



NYÍREGYHÁZI EGYETEM MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET

KONFERENCIA KIADVÁNY

**FENNTARTHATÓ TÁJGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS MŰHELY
KONFERENCIÁJA 2025 INNOVATÍV MEGOLDÁSOK A XXI. SZÁZAD
MEZŐGAZDASÁGÁBAN**

NYÍREGYHÁZA, 2025. MÁJUS 8.

Fenntartható Tájgazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája 2025 Innovatív megoldások a XXI. század mezőgazdaságában

Szerkesztette:

Irinyiné dr. Oláh Katalin
Kosztyuné dr. Krajnyák Edit
Dr. Szabó Béla
Bara Eszter

Lektorálta:

Dr. Csabai Judit
Györgyiné Kovács Andrea
Dr. Hörcsik Tibor Zsolt
Irinyiné dr. Oláh Katalin
Kosztyuné dr. Krajnyák Edit
Makszim Györgyné dr. Nagy Tímea
Dr. Simon László
Dr. Szabó Béla
Tarekné dr. Tilistyák Judit
Dr. Tóth Csilla
Dr. Uri Zsuzsanna
Dr. Vigh Szabolcs

ISBN: 978-615-6032-83-6

DOI: <https://doi.org/10.71066/FTTMK.1>

TARTALOMJEGYZÉK

1.	ANGELA KOLESNYK – OLEH KOLESNYK – OLEXANDRA HRYSHECHKINA – BEATRIS KISH – ANTONIANA MENDEL – OLGA KRYVANYCH – JUDIT CSABAI	6
	OPTIMIZATION OF SEED STERILIZATION AND IN VITRO CULTIVATION METHODS FOR EFFECTIVE MICROPROPAGATION OF <i>ARNICA MONTANA</i> L.	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.01	
2.	ANITA SOÓS – BÉLA LUKÁCS	13
	SUPPORTED FOR SUSTAINABILITY: AES AND AEP OPPORTUNITIES FOR FARMERS	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.02	
3.	ANTAL TAMÁS – KOVÁCS ZOLTÁN	19
	GABONASZÁRÍTÓK KALORIKUS VIZSGÁLATA ÉS A HŐVESZTESÉGEK MEGHATÁROZÁSA	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.03	
4.	AYŞEGÜL KARAGÖZ – HÜSNİYE AKA SAĞLIKER	26
	SOME MEDICINAL PLANTS SOLD IN OSMANİYE HERBALS AND THEIR USAGE AREAS	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.04	
5.	EJDANE COŞKUN – AYŞE İNEL MANAV	35
	EFFECTS OF GLOBALIZATION ON MENTAL HEALTH	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.05	
6.	GYÖRGYI GYULÁNÉ – SIPOS TAMÁS – TÓTH GABRIELLA – IRINYINÉ OLÁH KATALIN – HENZSEL ISTVÁN	40
	A 2022-ES ÉV VIRÁGZÁSKORI IDŐJÁRÁSÁNAK HATÁSA A BAB TERMÉSMENNYISÉGÉRE ÉS TERMÉSELEMEIRE	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.06	
7.	HALÁSZ JUDIT	49
	MIKROBIÁLIS KÖZÖSSÉGEK SZEREPE A MODERN SZENNYVÍZTISZTÍTÁSBAN: ÁTTEKINTÉS ÉS PERSPEKTÍVÁK	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.07	
8.	HENZSEL ISTVÁN – MAKÁDI MARIANNA – GYÖRGYI GYULÁNÉ – SIPOS TAMÁS – TÓTH GABRIELLA – ALMÁSI CSILLA – OROSZ VIKTÓRIA – DEMETER IBOLYA – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – BOGDÁNYI ZSOLT	56
	EGY VETÉSFORGÓ TARTAMKÍSÉRLET EREDMÉNYEI A NYÍRSÉGBEN	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.08	
9.	HÜSNİYE AKA SAĞLIKER	66
	EFFECTS OF PESTICIDES ON SOIL ORGANIC MATTER: A MINI-REVIEW	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.09	
10.	IRINYINÉ OLÁH KATALIN – CSABAI JUDIT – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – SZABÓ BÉLA – SIPOS TAMÁS – UDVARI ANNA	70
	CUKKINIFAJTÁK PRODUKTIVITÁSA	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.10	
11.	IRINYINÉ OLÁH KATALIN – CSABAI JUDIT – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – SZABÓ BÉLA – KOVÁCS DÁVID	77
	A ZÖLDMETSZÉS HATÁSA MEGGYFAJTÁK TERMŐRÉS KÉPZÉSÉRE	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.11	
12.	JUDIT CSABAI – ALIN CIOBICA – ZSOLT TIBOR HÖRCSIK	85
	THE RELATIONSHIP BETWEEN NUTRITION AND AUTISM SPECTRUM DISORDER: A REVIEW OF EVIDENCE-BASED AND UNPROVEN DIETARY INTERVENTIONS	
	https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.12	

-
13. **JUDIT CSABAI – ANZHELA KOLESNYK – BEATRIS KISH – ALEXANDRA GRISECHKINA – ANTONINA MENDEL – KATALIN IRINYINÉ OLÁH – MÓNKA FANNI TÓTH – BÉLA SZABÓ – MOHAMED TAREK – ATTILA BALOGH – ANDREA GYÖRGYINÉ KOVÁCS – EDIT KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK** 92
EFFECT OF ALTERNATIVE NUTRIENT SUPPLEMENTS ON THE GROWTH AND FLOWERING OF MARIGOLD (*CALENDULA OFFICINALIS* L.)
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.13>
14. **JUDIT CSABAI – MÓNKA FANNI TÓTH** 98
PRACTICES AND RESULTS OF THE COSMETIC PROCESSING OF MARIGOLD (*CALENDULA OFFICINALIS* L.)
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.14>
15. **JUDIT CSABAI – GÁBOR BANKÓ – EDIT KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK – JOHN C. CUSHMAN – MITIKU A. MENGISTU – BÉLA SZABÓ** 104
WATER USE EFFICIENCY OF TEFF (*ERAGROSTIS TEF* (ZUCC.) TROTTER) BREEDING LINES UNDER DIFFERENT IRRIGATION TREATMENTS
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.15>
16. **JUDIT CSABAI – ZSOLT T. HÖRCSIK – BÉLA SZABÓ – KATALIN IRINYINÉ OLÁH – EDIT KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK – SHERIFF KAMARAİ – JAMES ROBERT MBOMAİ – ANZHELA KOLESNYK – ALIN CIOBICA – GABRIEL DĂSCĂLESCU – IRINA-LUCIANA GURZU – BOGDAN NOVAC – ANTONETA DACIA PETROAIE – CRISTINA KANTOR – TÍMEA NAGY MAKSYM GYÖRGYNÉ** 112
EXPLORING CULTURAL INFLUENCES ON DIET: A CASE STUDY OF INTERNATIONAL STUDENTS IN HUNGARY
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.16>
17. **KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – GYÖRGYINÉ KOVÁCS ANDREA – SHOKIROV SHUKHRAT – ABDURAHMANOV ILHOM – AKBAROV MUKHITDIN – MAMATKULOV ZOKHID – KUZIEV ULUGBEK – KHASANOV KHOJIAKBAR – TESHAEV NOZIMJON – OBID KHAKBERDIEV – ZULFIYA KHAFIZOVA – MONDICI SUSANA – ŞUGAR IOAN RADU – SZABÓ BÉLA – CSABAI JUDIT** 119
BAROMFITRÁGYÁVAL KEZELT TRITIKÁLÉ ($\times$ *TRITICOSECALE* WITTMACK) FÖLD FELETTI BIOMASSZA HOZAMÁNAK ÉS TERMÉSELEMEINEK VIZSGÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.17>
18. **KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – SZABÓ BÉLA – IRINYINÉ OLÁH KATALIN – TÓTH BENEDEK – GYÖRGYI GYULÁNÉ – CSABAI JUDIT – KOLESNYK ANGÉLA** 127
ELTÉRŐ VETÉSI IDŐBEN TERMESZTETT SZÖSZÖS BÜKKÖNY (*VICIA VILLOSA* ROTH) TERMÉSELEMEINEK VIZSGÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.18>
19. **KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – SZABÓ BÉLA – IRINYINÉ OLÁH KATALIN – TÓTH BENEDEK – GYÖRGYINÉ KOVÁCS ANDREA – CSABAI JUDIT – KOLESNYK ANGÉLA** 134
ELTÉRŐ VETÉSI IDŐBEN TERMESZTETT SZÖSZÖS BÜKKÖNY (*VICIA VILLOSA* ROTH) RHIZOBIUM GÜMŐINEK VIZSGÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.19>
20. **OLEH KOLESNYK – MARINA KRYVTSOVA – ZSOLT TIBOR HÖRCSIK – JUDIT CSABAI** 142
PERSPECTIVES ON THE COMBINED APPLICATION OF BACTERIOPHAGES AND PHYTOSEPTICS FOR OVERCOMING ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN VITRO STUDIES
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.20>
21. **SIMON LÁSZLÓ – IRINYINÉ OLÁH KATALIN – VINCZE GYÖRGY – VIGH SZABOLCS – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – URI ZSUZSANNA – SZABÓ BÉLA** 147
SILÓCIROK SZERVEINEK TÁP- ÉS TOXIKUSELEM-FELVÉTELE ENYHÉN SZENNYEZETT TALAJBÓL
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.21>

-
22. **SIPOS TAMÁS – GYÖRGYI GYULÁNÉ – HENZSEL ISTVÁN – SZABÓ BÉLA** 157
ŐSZI KALÁSZOS GABONAFAJOK VEGETATÍV HOZAMA KASZÁLÁSI KÍSÉRLETBEN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.22>
23. **SZABÓ BÉLA – SZABÓ MIKLÓS – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – GYÖRGYI GYULÁNÉ – CSABAI JUDIT** 161
KÜLÖNBÖZŐ TÖSZÁMMAL VETETT CSEMEGEKUKORICA TERMÉSELEMEINEK VIZSGÁLATA A TIMÁRI CSEMEGE SZÖVETKEZETBEN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.23>
24. **SZABÓ BÉLA – SZŐLLŐSI KRISTÓF – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT – BODNÁR MÁTÉ – GYÖRGYI GYULÁNÉ – KRAJNYIK KÁROLY – IRINYINÉ OLÁH KATALIN** 170
FEHÉRVIRÁGÚ CSILLAGFÜRT (*LUPINUS ALBUS*) FAJTÁK ÖSSZEHAONLÍTÓ VIZSGÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.24>
25. **SZABÓNÉ BERTA OLGA** 176
A DIGITÁLIS KOMPETENCIA FEJLŐDÉSE A VÁLLALKOZÁSOK MINDENNAPI MŰKÖDÉSÉBEN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.25>
26. **TAREKNÉ TILISTYÁK JUDIT – IRINYINÉ OLÁH KATALIN – HALÁSZ JUDIT – TAREK JUDIT HEBA – TAREK MOHAMED** 183
A DERÍTŐS TALAJKEZELÉS HATÁSA AZ ÉTKEZÉSI PAPRIKA (*CAPSICUM ANNUUM L.*) TERMESZTÉSBN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.26>
27. **TÍMEA MAKSZIM GYÖRGYNÉ NAGY – BÉLA LUKÁCS – GÉZA SZOKOLOVSZKI – GYÖRGY POCSAI – RICHÁRD ISKI – EDIT KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK – BÉLA SZABÓ** 189
SUSTAINABLE FORESTRY: PRINCIPLES AND METHODS
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.27>
28. **TÓTH CSILLA – GENCSI CINTIA** 196
A GYEPHASZNOSÍTÁS HATÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE A TISZAVASVÁRI-JÓZSEFHÁZA NATURA 2000-ES GYEPTERÜLETEN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.28>
29. **TÓTH CSILLA – JUHÁSZ ATTILA** 214
LEGELTETETT ÉS ISTÁLLÓZOTT MAGYARTARKA SZARVASMARHA ÁLLOMÁNY TERMÉKENYSÉGI ÉS TERMELÉSI MUTATÓINAK ÖSSZEHAONLÍTÓ VIZSGÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.29>
30. **TÓTH JÓZSEF BARNABÁS – PÁSZTOR NORBERT** 227
AZ ŐSZI BÚZA TERMESZTÉSÉNEK GAZDASÁGI KÉRDÉSEI A 2024-ES ÉV ALAPJÁN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.30>
31. **URI ZSUZSANNA** 233
KÜLÖNBÖZŐ ZÖLDTRÁGYA NÖVÉNYEK ÉS KEVERÉKEIK SZEREPE A VETÉSSZERKEZETBEN
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.31>
32. **URI ZSUZSANNA – MÁRTON-PISKÓTI MÓNKA** 239
VÍZ A MEZŐGAZDASÁGBAN, A VÍZMEGTARTÓ GAZDÁLKODÁS AGROTECHNIKAI ESZKÖZEI
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.32>
33. **VIGH SZABOLCS – BURIK TÍMEA** 246
BÚZAFINOMLISZTBŐL KÉSZÜLT KENYEREK ÉRZÉKSZERVÍ BÍRÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.33>
34. **VIGH SZABOLCS – MÁRTON NÓRA** 253
ENERGIAITALOK KOFFEINTARTALMÁNAK MINŐSÉGI VIZSGÁLATA
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.34>

OPTIMIZATION OF SEED STERILIZATION AND IN VITRO CULTIVATION METHODS FOR EFFECTIVE MICROPROPAGATION OF *ARNICA MONTANA* L.

Angela KOLESNYK¹ – Oleh KOLESNYK¹ – Olexandra HRYSHCHENKO¹ – Beatris KISH¹ –
Antoniana MENDEL¹ – Olga KRYVANYCH² – Judit CSABAI³

¹ Uzhhorod National University, angela.kolesnyk@uzhnu.edu.ua

² Department of Pharmaceutical Disciplines, Uzhhorod National University, olga.kryvanych@uzhnu.edu.ua

³ University of Nyíregyháza, Sóstói str. 31/b, csabai.judit@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.01>

Abstract

Arnica montana is an invaluable medicinal herb, but its wild populations are declining. To aid conservation as well as propagation, the present work investigated methods for sterilizing seeds and culture media for initiating in vitro growth. Seeds sourced in the Ukrainian region surrounding the Krasna mountain range were sterilized by employing different chemicals; sodium hypochlorite gave the most regular and healthy-looking explants. Of the nutrient media tested, Murashige and Skoog (MS) furnished the highest initial development. In IAA-BAP combinations, the best formation was tested under different concentrations. Balanced levels, especially 1.0 mg/L of both growth regulators, resulted in robust as well as regular shooting. While high hormone levels decreased the viability, growth suppression was evident. The results point towards an easy and efficient protocol for starting cultures of *A. montana* applicable for both research purposes as well as practical cultivation.

Keywords: medicinal plants, seed sterilization, micropropagation, hormone balance, tissue culture

Introduction

Micropropagation is one of the most effective biotechnological approaches for the conservation and reproduction of valuable ornamental, medicinal and rare plant species (Cachita-Cosma et al., 2008; Petrus-Vancea – Cachiță 2008; Petrus-Vancea et al., 2009; Cristea et al., 2010; Jarda et al., 2010; Csabai et al., 2011; Taleie et al., 2012; Petrus-Vancea – Cachiță 2011; Cristea et al., 2013a; Cristea et al., 2013b; Jarda et al., 2014; Petrus-Vancea 2018; Cristea et al., 2019; Petrus-Vancea et al., 2021; Cseh et al., 2023; Tytarenko et al., 2023; Petrus-Vancea et al., 2024; Szarvas et al., 2025; Farkas et al., 2025; Kolesnyk et al., 2025). This method provides genetically stable and virus-free planting material with a high multiplication rate (Kushnir & Sarnatska, 2005; Uspanova & Chukanova, 2008; Marchuk, 2008). Plants propagated in vitro are characterized by genetic uniformity, which contributes to the standardization of the chemical composition of medicinal raw materials and the reproducibility of their pharmacological effects.

The use of biotechnological methods is particularly relevant for *Arnica montana* L. (*Asteraceae*), a rare species listed in the Red Data Book of Ukraine (Red Data Book of Ukraine, 2021), as well as in the European Red List of Vascular Plants (category LC). This species is threatened in many European countries and is protected under Annex D of EU Council Regulation No. 338/1997 concerning the control of trade in endangered species (Lange, 1998; Falniowski et al., 2013). Natural populations of *A. montana* are declining due to habitat degradation and overharvesting. The species is naturally distributed mainly in alpine regions, while its cultivation under lowland conditions is inefficient due to specific ecological requirements. Tissue culture techniques help avoid excessive harvesting of wild populations, provide large-scale propagation of planting material without requiring extensive cultivation areas, and create a scientific basis for the conservation of the species' gene pool (Wojciechowicz et al., 2007; Jurica et al., 2021).

The pharmacological value of *A. montana* is attributed to its high content of bioactive compounds, particularly sesquiterpene lactones, thymol derivatives, phenolic acids, and flavonoids (Lyss et al., 1997; Klaas et al., 2002; Douglas et al., 2004; Grdiša et al., 2012; Krasteva et al., 2013; Georgiev et al., 2014), which are responsible for anti-inflammatory, wound-healing, antiseptic, and antioxidant activities (Willuhn, 1998; Brinkhaus et al., 2006; Sharma et al., 2016; Nieto-Trujillo et al., 2021; Kryvtsova et al., 2019; Kryvtsova & Koščová, 2020). Therefore, the application of in vitro technologies is an optimal strategy for the propagation of *A. montana*, ensuring a stable raw material base for the pharmaceutical industry while preserving natural populations.

Materials and methods

Healthy, undamaged seeds of *A. montana* collected from a natural population in the Krasna mountain meadow, Mizhhirya district, Zakarpattia region, were used in the study. The seeds were surface sterilized, then rinsed three times with sterile distilled water. To improve germination and activate physiological processes, stratification with gibberellic acid solution (0.1 mg/L) was applied. Seeds were subsequently sown onto agar-solidified hormone-free nutrient media: Murashige and Skoog (MS) (Murashige & Skoog, 1962), Gamborg, and White (Kushnir & Sarnatska, 2005).

The pH of the media was adjusted to 5.5–5.8 with 10% KOH or NaOH prior to autoclaving, considering potential acidification caused by sugar degradation during sterilization. Media were supplemented with myo-inositol (100 mg/L), sucrose (30 g/L), and agar (9 g/L).

Segments of aseptically grown seedlings (approximately 1 cm long, including meristematic tips and hypocotyls) were used as explants for microshoot induction. Explants were cultured on modified MS media supplemented with 17 different combinations of indole-3-acetic acid (IAA) and 6-benzylaminopurine (BAP). Hormone-free MS served as the control medium.

Cultivation was carried out in a growth chamber at 25 ± 1 °C, light intensity 2,000–3,000 lux, with a 16-hour photoperiod and relative humidity of 70–75%. Each treatment included 25 culture tubes, and experiments were performed in triplicate. Observations were recorded on day 28–30, analyzing survival rate (%), average number of shoots per explant, and average shoot length (cm). Sterilization efficiency was assessed by the percentage of non-contaminated explants relative to the total sterilized explants. Experimental data were statistically processed using MS Excel.

Results

Seed Sterilization

The study evaluated the effect of different sterilizing agents (hydrogen peroxide, sodium hypochlorite, mercuric chloride) and exposure times on the survival of *A. montana* explants cultured on three hormone-free media (MS, Gamborg, White) (Table 1).

Among the tested treatments, the highest efficiency was observed after seed sterilization with sodium hypochlorite for 10 minutes ($80.3 \pm 7.3\%$). Shorter exposure (5 min) significantly reduced efficiency ($41.5 \pm 5.8\%$), likely due to insufficient disinfection. Hydrogen peroxide showed relatively low effectiveness ($40.1 \pm 2.8\%$ and $35.6 \pm 4.2\%$ after 10 and 20 min, respectively). Mercuric chloride ensured a high survival rate under short exposure ($65.7 \pm 5.0\%$), but its toxicity reduced survival drastically with longer treatments ($33.9 \pm 5.1\%$).

On Gamborg medium, the overall survival rate was lower. Sodium hypochlorite treatment for 10 minutes gave the highest result ($43.7 \pm 5.1\%$), while hydrogen peroxide showed the lowest (15.0

$\pm 2.1\%$ and $21.6 \pm 3.5\%$). Mercuric chloride had moderate efficiency after short exposure ($33.8 \pm 6.1\%$), but prolonged treatments reduced viability to $25.2 \pm 5.9\%$.

On White medium, similar trends were observed. The best results were achieved with sodium hypochlorite ($63.1 \pm 7.9\%$ at 5 min, $48.5 \pm 6.3\%$ at 10 min). Mercuric chloride showed relatively high effectiveness only under short treatment ($45.3 \pm 5.1\%$), while longer exposure halved the result ($21.7 \pm 3.9\%$). Hydrogen peroxide demonstrated the lowest effectiveness across all conditions ($23.2 \pm 3.4\%$ and $11.8 \pm 2.9\%$).

These findings agree with previous studies (Zelenina, 2005; Kushnir, 2005), which identified sodium hypochlorite as the most effective and safe sterilizing agent for seeds of Asteraceae species (Petrova et al., 2011; Shatnawi, 2013; Trejgell et al., 2018). In our case, its optimal effect was recorded on MS medium after 10 min exposure, ensuring the highest survival rate (80.3%). Mercuric chloride may be suitable for short-term treatments, but its toxicity and environmental hazards limit its desirability. Hydrogen peroxide proved to be the least effective in all tested conditions.

As a control, *A. montana* seeds were germinated without sterilization in moist filter paper cultures at 20 ± 2 °C. On day 10, germination reached 47.8% of sown seeds. This suggests that sterilizing agents, especially NaClO, act not only as disinfectants but also as chemical stratification agents. Penetration of active components through the seed coat may alter the embryo's physiological state, release dormancy, and activate metabolic processes necessary for germination. Thus, sterilization treatments exhibit dual effects—ensuring asepsis and enhancing germination beyond control levels.

For subsequent in vitro culture, sodium hypochlorite treatment for 10 minutes combined with MS medium can be recommended as the most effective approach, providing an optimal balance between sterilization and explant viability.

In vitro Cultivation of Arnica montana

The effect of different IAA/BAP ratios on microshoot growth and development was also studied (Table 2).

Explants cultured on hormone-free MS medium showed low viability (27.1%), producing on average only 1.52 shoots per explant with a mean height of 2.35 cm. This indicates that phytohormones are necessary for morphogenesis induction, as salts and vitamins of MS alone cannot effectively stimulate shoot formation.

The addition of IAA and BAP significantly improved survival. The highest viability (90.8%) was recorded at 1.0 mg/L IAA + 0.5 mg/L BAP. Most combinations resulted in >70% survival, whereas high concentrations (2.0 mg/L IAA + 2.0 mg/L BAP) drastically reduced survival (36.2%).

Shoot number varied with hormone ratios. The control formed 1.52 shoots per explant, while the highest values (4.14 and 3.98 shoots per explant) were obtained at 1.0 mg/L IAA + 1.5 mg/L BAP and 1.5 mg/L IAA + 1.0 mg/L BAP, respectively. Similar trends were observed by Petrova et al. (2012), where maximum multiplication rates were achieved at moderate cytokinin concentrations, while higher levels had no positive effect.

Auxin-enriched treatments mainly stimulated shoot elongation. Shoot height in the control averaged 2.35 cm, while maximum elongation was observed at 1.5 mg/L IAA + 1.0 mg/L BAP (5.11 cm) and 2.0 mg/L IAA + 1.0 mg/L BAP (4.92 cm). Moderate cytokinin levels combined with elevated auxins enhanced shoot formation, consistent with previous reports (Lê, 1998; Surmacz-Magdziak & Sugier, 2012; Petrova et al., 2021). In contrast, excessive concentrations of both regulators reduced survival (to 36.2%) and suppressed morphogenesis, aligning with inhibitory effects described in earlier studies (Sujatha & Reddy, 1998; Kim et al., 2001).

Conclusion

Sodium hypochlorite (10 min) on MS medium proved to be the most effective sterilization method, yielding up to 80% viable explants of *A. montana*.

Optimal shoot proliferation (up to 4.1 shoots/explant, 90% survival) was achieved under moderate IAA–BAP combinations, while excessive doses inhibited morphogenesis.

In vitro micropropagation represents a reliable strategy for conservation of the endangered *A. montana* and for obtaining standardized raw material rich in pharmacologically valuable compounds.

Table 1. Sterilization conditions and viability of *A. montana* explants

Culture medium	Sterilizing agent	Exposure time, min	Viability of explants (mean $\pm$ standard error), %
MS	Hydrogen Peroxide (H ₂ O ₂)	10	40.1 $\pm$ 2.8
		20	35.6 $\pm$ 4.2
	Sodium Hypochlorite (NaClO)	5	41.5 $\pm$ 5.8
		10	80.3 $\pm$ 7.3
	Mercuric Chloride (HgCl ₂)	5	65.7 $\pm$ 5.0
		10	33.9 $\pm$ 5.1
Gamborg	Hydrogen Peroxide	10	15.0 $\pm$ 2.1
		20	21.6 $\pm$ 3.5
	Sodium Hypochlorite	5	37.4 $\pm$ 4.2
		10	43.7 $\pm$ 5.1
	Mercuric Chloride	5	33.8 $\pm$ 6.1
		10	25.2 $\pm$ 5.9
White	Hydrogen Peroxide	10	23.2 $\pm$ 3.4
		20	11.8 $\pm$ 2.9
	Sodium Hypochlorite	5	63.1 $\pm$ 7.9
		10	48.5 $\pm$ 6.3
	Mercuric Chloride	5	45.3 $\pm$ 5.1
		10	21.7 $\pm$ 3.9

Table 2. Effect of growth regulators on the growth and morphogenesis of *A. montana*

Nº	IAA, mg/l	BAP, mg/l	Explant survival on day 30, %	Number of shoots per explant	Shoot height, cm
1	0	0	27.1 $\pm$ 3.6	1.52 $\pm$ 0.11	2.35 $\pm$ 0.91
2	0.5	0.5	70.8 $\pm$ 5.0	1.99 $\pm$ 0.35	2.86 $\pm$ 0.65
3	1.5	1.5	78.1 $\pm$ 8.5	2.95 $\pm$ 0.76	3.04 $\pm$ 0.90
4	1.0	1.0	82.6 $\pm$ 6.3	1.93 $\pm$ 0.18	3.85 $\pm$ 0.86
5	0	1	66.5 $\pm$ 5.1	2.28 $\pm$ 0.31	2.51 $\pm$ 0.35
6	1	0	67.2 $\pm$ 7.5	1.52 $\pm$ 0.65	2.92 $\pm$ 0.82
7	0.5	1	87.9 $\pm$ 8.1	2.08 $\pm$ 0.82	2.85 $\pm$ 0.79
8	1	0.5	90.8 $\pm$ 6.3	2.86 $\pm$ 0.81	3.72 $\pm$ 1.01

9	1	1.5	81.7±4.1	4.14±1.3	4.75±1.24
10	1.5	1	76.5±8.9	3.98±1.01	5.11±1.15
11	0	1.5	61.7±4.5	2.71±0.46	2.97±0.72
12	1.5	0	71.3±9.0	1.88±0.28	4.02±1.03
13	0.5	1.5	69.5±5.6	2.73±0.91	3.32±0.91
14	1.5	0.5	70.8±5.9	2.47±1.76	4.37±1.31
15	1	2	66.3±8.5	3.48±0.95	3.58±0.94
16	2	1	59.4±6.4	2.56±0.61	4.92±1.20
17	2	2	36.2±4.1	3.14±1.02	4.42±0.56

The table presents mean values ± standard error

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the support of the CEEPUS program, which enabled student and staff mobility and thereby made the joint research and publication possible.

References

- Brinkhaus B. – Wilkens J. M. – Lüdtker R. – Hunger J. – Witt C. M. – Willich S. N.: 2006. Homeopathic Arnica therapy in patients receiving knee surgery: Results of three randomised double-blind trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 14 (4), pp. 237–246. (<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2006.04.004>)
- Cachita-Cosma D. – Petrus M. – Petrus-Vancea A. – Craciun C.: 2008. Hyperhydricity phenomenon developed at the level of sugar beet (*Beta vulgaris* L. var. *Saccharifera*) vitrocultures. IV. Deuterium depleted water effects in hyperhydricity annihilation of vitroleaflet cells, aspects viewed to optic and transmission electronic microscope. *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Arad. Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 18, pp. 25.
- Csabai J. – Nagy Z. – Tillyné Mándy A.: 2011. In vitro shoot proliferation of *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg. induced by different cytokinins. *Acta Biologica Hungarica*, 62 (4), pp. 453–462. (<https://doi.org/10.1556/abiol.62.2011.4.10>)
- Cseh Z. – Dobránszky J. – Novak-Hermann I. – Szarvas P. – Farkas D. – Csabai J. – Kolesnyk A.: 2023. The peculiarities of in vitro introduction of rare carnation taxa from Hungary. *Naukovij Visnik Uzhgorodskogo Universytetu Serija Biologia / Scientific Bulletin Uzhgorod National University: Series Biology*, 54, pp. 128–134. (<https://doi.org/10.32782/1998-6475.2023.54.128-134>)
- Conchou O. – Nichterlein K. – Vömel A.: 1992. Shoot tip culture of *Arnica montana* for micropropagation. *Planta Medica*, 58 (1), pp. 73–76. (<https://doi.org/10.1055/s-2006-961393>)
- Cristea V. – Brummer A. T. – Jarda L. I. – Miclăuş M. I.: 2010. In vitro culture initiation and phytohormonal influence on *Dianthus henteri* – a Romanian endemic species. *Romanian Biotechnological Letters*, 15 (1), 25–33.
- Cristea V. – Palada M. – Jarda L. – Butiuc-Keul A.: 2013a. Ex situ in vitro conservation of *Dianthus spiculifolius*, endangered and endemic plant species. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Biologia*, 58 (1), 57–69.
- Cristea V. – Jarda L. – Holobiuc I.: 2013b. Ex situ conservation of three endemic and/or endangered *Dianthus* species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41 (1), 73–78.
- Cristea V. – Besenyei E. – Jarda L. – Farkas A. – Marcu D. – Clapa D. – Butiuc-Keul A.: 2019. In situ genetic variability and micropropagation of *Cerastium banaticum* (Rochel) Heuff. (Caryophyllaceae) – a rare and endemic species from Romania. *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica*, 61 (1), 53–62. (DOI: 10.24425/abscb.2019.127737)
- Douglas J. A. – Smallfield B. M. – Burgess E. J. – Perry N. B. – Anderson R. E. – Douglas M. H. – Glennie V. A.: 2004. Sesquiterpene lactones in *Arnica montana*: A rapid analytical method and the effects of flower maturity and simulated mechanical harvesting on quality and yield. *Planta Medica*, 70 (2), pp. 166–170. (<https://doi.org/10.1055/s-2004-815495>)
- Falniowski A. – Bazos I. – Hodálová I. – Lansdown R. – Petrova A.: 2013. *Arnica montana*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2011.
- Farkas D. – Csabai J. – Kolesnyk A. – Szarvas P. – Dobránszky J.: 2025. In vitro micropropagation protocols for two endangered *Dianthus* species – via in vitro culture for conservation and recultivation purposes. *Plant Methods*, 21 (1), Paper: 13, 11 p. (<https://doi.org/10.1186/s13007-025-01335-2>)
- Gawrońska B. – Krolicka A. – Kowalczyk T.: 2025. Antioxidant capacity and accumulation of caffeoylquinic acids in *Arnica montana* L. in vitro shoots after elicitation with yeast extract or salicylic acid. *Plants*, 14 (6), 967. (<https://doi.org/10.3390/plants14060967>)

- Georgiev V. – Pavlov A. – Ilieva M.: 2014. Enhancement of *Arnica montana* in vitro shoot multiplication and sesquiterpene lactones production using temporary immersion system. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5 (12), pp. 5257–5264. (<https://ijpsr.com/bft-article/enhancement-of-arnica-montana-in-vitro-shoot-multiplication-and-sesquiterpene-lactones-production-using-temporary-immersion-system/>)
- Grdiša M. – Carović-Stanko K. – Kolak I. – Liber Z. – Šatović Z.: 2012. Sesquiterpene lactones contents in multiple in vitro shoots of three *Arnica montana* populations. *Acta Horticulturae*, 955, pp. 77–84. (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.955.11>)
- Jarda L. – Cristea V. – Halmagyi A. – Plada M.: 2010. In vitro culture initiation and cryopreservation of endemic taxa *Dianthus giganteus* ssp. *banaticus*. In: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): III International Symposium, vol. 918, pp. 153–159.
- Jurica K. – Grdiša M. – Liber Z. – Šatović Z.: 2021. Multiplication and conservation of threatened medicinal plant *Arnica montana* L. by in vitro techniques. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 86 (1), pp. 37–43. (<https://acs.agr.hr/acs/index.php/acs/article/view/1818>)
- Jarda L. – Keul A. B. – Hohn M. – Pedryc A. – Cristea V.: 2014. Ex situ conservation of *Dianthus giganteus* d'Urv. subsp. *banaticus* (Heuff.) Tutin by in vitro culture and assessment of somaclonal variability by molecular markers. *Turkish Journal of Biology*, 38 (1), 21–30. (. <https://doi.org/10.3906/biy-1303-20>)
- Kim K. H. – Park H. K. – Park M. S. – Yeo U. D.: 2001. Effects of auxins and cytokinins on organogenesis of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Plant Biotechnology*, 3 (2), pp. 95–100.
- Klaas C. A. – Wagner G. – Laufer S. – Sosa S. – Della Loggia R. – Bomme U. – Merfort I.: 2002. Studies on the anti-inflammatory activity of phytopharmaceuticals prepared from *Arnica* flowers. *Planta Medica*, 68 (5), pp. 385–391. (<https://doi.org/10.1055/s-2002-3206>)
- Kolesnyk A. – Kryvtsova M. – Salamon I. – Kolesnyk A. – Csabai J.: 2025. A rozmaring (*Salvia rosmarinus* L. syn: *Rosmarinus officinalis* L.) kemoטיפusai, in vitro szaporítása, valamint az illóolaj biokémiai és antimikrobiális tulajdonságai. *Kertgazdaság*, 57 (1), pp. 68–84.
- Krasteva G. – Georgieva L. – Mikhova B. – Stoyanova A.: 2013. Comparative study of in vitro, ex vitro and in vivo grown plants of *Arnica montana* — Polyphenols and free radical scavenging activity. *Acta Botanica Croatica*, 72 (2), pp. 287–296. (<https://doi.org/10.2478/v10184-012-0019-7>)
- Kryvtsova M. V. – Koščová J.: 2020. Antibiofilm-forming and antimicrobial activity of extracts of *Arnica montana* L. and *Achillea millefolium* L. on *Staphylococcus* genus bacteria. *Biotechnologia Acta*, 13 (1), pp. 30–37. (<https://doi.org/10.15407/biotech13.01.030>)
- Kryvtsova M. V. – Trush K. – Koščová J. – Eftimova J.: 2019. Antimicrobial, antioxidant and some biochemical properties of *Arnica montana* L. *Biological Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 3, pp. 268–273. (<https://doi.org/10.29254/2077-4214-2019-3-152-268-273>)
- Kushnir G. P. – Sarnatska V. V.: 2005. Mikroklonal'ne rozmnozheniya roslin [Microclonal propagation of plants]. *Naukova Dumka*.
- Lange D.: 1998. Europe's medicinal and aromatic plants: Their use, trade and conservation. *TRAFFIC International*.
- Lê C. L.: 1998. In vitro clonal multiplication of *Arnica montana* L. *Acta Horticulturae*, 457, pp. 195–203.
- Lyss G. – Schmidt T. J. – Merfort I. – Pahl H. L.: 1997. Helenalin, an anti-inflammatory sesquiterpene lactone from *Arnica*, selectively inhibits transcription factor NF- κ B. *Biological Chemistry*, 378 (9), pp. 951–962. (<https://doi.org/10.1515/bchm.1997.378.9.951>)
- Malarz J. – Stojakowska A. – Dohnal B. – Kisiel W.: 1993. Helenalin acetate in in vitro propagated plants of *Arnica montana*. *Planta Medica*, 59 (1), pp. 51–53. (<https://doi.org/10.1055/s-2006-959603>)
- Marchuk O. O. – Kyrylyuk V. I.: 2008. [Conservation and propagation of valuable genotypes in vitro]. *Naukovi Dopovidi NAU*, 4 (12). (<http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-4/08mmdomm.pdf>)
- Murashige T. – Skoog F.: 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15 (3), pp. 473–497.
- Nieto-Trujillo A. – Cruz-Sosa F. – Luria-Pérez R. – Gutiérrez-Rebolledo G. A. – Román-Guerrero A. – Burrola-Aguilar C. – Zepeda-Gómez C. – Estrada-Zúñiga M. E.: 2021. *Arnica montana* cell culture establishment and assessment of its cytotoxic, antibacterial, α -amylase inhibitor, and antioxidant in vitro bioactivities. *Plants*, 10 (11), 2300. (<https://doi.org/10.3390/plants10112300>)
- Petrina R. O. – Masnyuk Y. T.: 2008. [Callusogenesis in in vitro culture of *Arnica montana*]. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu "Lvivska Politehnika"*. Seriya: Khimiya, tekhnolohiya rehovyn ta yikh zastosuvannya, 608, pp. 151–155.
- Petrova M. – Zayova E. – Evstatieva L.: 2011. In vitro conservation by slow growth of *Arnica montana*. In: *Proceedings of the 4th International Symposium "New Researches in Biotechnology"* (SimpBTH2011, Series F, Suppl. vol.), pp. 56–62.
- Petrova M. – Zayova E. – Todorova M. – Staneva J. – Vitkova A. – Evstatieva L.: 2012. Sesquiterpene lactones contents in multiple in vitro shoots of three *Arnica montana* populations. *Acta Horticulturae*, 955, pp. 93–99. (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.955.11>)
- Petrus-Vancea A. – Cachiță-Cosma D.: 2008. Biochemical determinations made on African violets (*Saintpaulia ionantha*) ex vitro plantlets, being illuminated during their acclimatization to a septic medium, with different types of light. *Studia Universitatis Vasile Goldis Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 18.

- Petruș-Vancea A. – Cachiță C. – Blidar C. F. – Radoveț D.: 2009. The content of assimilator pigments inside the *Chrysanthemum*, *Saintpaulia* and *Cymbidium* exvitroplantlets leaflets in their acclimatization period to septic medium. *Analele Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” din Iași (serie nouă)*, Secțiunea II a. Biologie vegetală.
- Petruș-Vancea A. – Cachiță C. D.: 2011. New methods for preventing the unwanted callusogenesis at sugar beet (*Beta vulgaris* var. *Saccharifera*). *Romanian Biotechnological Letters*, 16 (4), pp. 6352.
- Petruș-Vancea A.: 2018. Cell ultrastructure and chlorophyll pigments in hyperhydric and non-hyperhydric *Beta vulgaris* var. *Conditiva* plantlets, treated with deuterium depleted water. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 135 (1), pp. 13–21. (<https://doi.org/10.1007/s11240-018-1439-0>)
- Petruș-Vancea, A., Csabai, J., & Fodor, A. (2021). The effect of activated charcoal and vessels size on in vitro growth of *Asparagus officinalis* L. *South-Western Journal of Horticulture Biology & Environment*, 12(2).
- Petruș-Vancea A. – Agud E. – Dumbravă A. R. – Sucea F. N. – Cupșa D.: 2024. Effect of deuterium-depleted water on in vivo and in vitro germination in beech and Banatian black pine. *South-Western Journal of Horticulture Biology & Environment*, 15 (2).
- Sharma S. – Arif M. – Nirala R. K. – Gupta R. – Thakur S. C.: 2016. Cumulative therapeutic effects of phytochemicals in *Arnica montana* flower extract alleviated collagen-induced arthritis: Inhibition of both pro-inflammatory mediators and oxidative stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (5), pp. 1500–1510. (<https://doi.org/10.1002/jsfa.7252>)
- Shatnawi M. A.: 2013. Multiplication and cryopreservation of yarrow (*Achillea millefolium* L., Asteraceae). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15 (1), pp. 163–173.
- Sujatha M. – Reddy T. P.: 1998. Differential cytokinin effects on the stimulation of in vitro shoot proliferation from meristematic explants of castor (*Ricinus communis* L.). *Plant Cell Reports*, 17 (7), pp. 561–566. (<https://doi.org/10.1007/s002990050442>)
- Surmacz-Magdziak A. – Sugier D.: 2012. In vitro propagation of *Arnica montana* L.: An endangered herbal species of great importance to medicine. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 11 (2), pp. 127–140.
- Szarvas P. – Farkas D. – Csabai J. – Kolesnyk A. – Dobránszki J.: 2025. In vitro micropropagation of *Dianthus plumarius* subsp. *praecox*, a wild carnation species, for ornamental horticultural and gene conservation purposes. *Scientia Horticulturae*, 339, Paper: 113886. (<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113886>)
- Taleie N. – Hamidoghli S. – Hamidoghli Y.: 2012. In vitro plantlet propagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *South-Western Journal of Horticulture Biology & Environment*, 3 (1), 99–108.
- Trejšgel A. – Kamińska M. – Lisowska K. – Tretyn A.: 2018. Micropropagation of *Inula germanica* L. from the seedlings explants. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46 (1), pp. 52–57. (<https://doi.org/10.15835/nbha46110810>)
- Tytarenko N. – Tesliuk N. – Ivanytsia V.: 2023. Optimization of the protocol for the in vitro establishment of *Paulownia tomentosa* Steud. *South-Western Journal of Horticulture Biology & Environment*, 14 (1), 1–13.
- Uspanova N. I. – Chukanova V. V.: 2008. [Biotechnology as a tool for conservation of plant biodiversity]. In: *Proceedings of the II All-Russian Scientific-Practical Conference*, Volgograd, pp. 67.
- Willuhn G.: 1998. *Arnica* flowers: Pharmacology, toxicology and analysis of the sesquiterpene lactones – Their main active substances. In: Lawson L. D. – Bauer R. (eds.): *Phytomedicines of Europe*. ACS Symposium Series 691, American Chemical Society, pp. 118–132.
- Wojciechowicz B. – Wysokińska H.: 2007. Shoot tip culture of *Arnica montana* for micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 88 (1), pp. 121–128. (<https://doi.org/10.1007/s11240-006-9181-0>)
- Zelenina G. A.: 2005. [Influence of nutrient medium components on efficiency of micropropagation of *Arnica foliosa* Nutt. in vitro]. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu. Seriya Biolohiya*, 2 (7), pp. 89–93.

SUPPORTED FOR SUSTAINABILITY: AES AND AEP OPPORTUNITIES FOR FARMERS

Anita SOÓS¹ – Béla LUKÁCS²

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., e-mail: soos.anitaev@gmail.com

² Nyíregyházi Egyetem Nyelv- és Irodalomtudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b., lukacs.bela@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.02>

Introduction

The Agri-Environment Scheme (AES in English, *Agrár-környezetgazdálkodási Program*, *AKG* in Hungarian) and the Agro-Ecological Programme (AEP in English, *Agro-Ökológiai Program*, *AÖP* in Hungarian) play a key role in promoting sustainable agriculture. These subsidy schemes specifically help farmers to adopt environmentally friendly and sustainable production methods, while ensuring the long-term fertility of farmland and the preservation of biodiversity. One of the basic principles of sustainable agriculture is that production should not only be economically viable in the short term, but should also preserve natural resources in the long term. Agriculture is one of the sectors with the greatest impact on the environment, as it directly affects soil quality, water management, and biodiversity. Intensive farming methods often lead to excessive use of chemicals, soil erosion, and water pollution, which threaten the long-term sustainability of food production.

The aim of sustainable agriculture is to use methods that minimize environmental impact while ensuring adequate production levels and profitability for farmers. To this end, programmes such as the Agri-Environmental Scheme and the Agro-Ecological Programme play an increasingly important role, providing financial incentives to help farmers introduce sustainable practices. The AES and AEP programmes not only provide financial support, but also contribute to the long-term spread of sustainable agricultural practices and environmental protection.

Literature review

Agriculture plays a fundamental role in meeting humanity's food and fiber needs. However, modern agricultural practices, while increasing productivity, have often brought with them significant environmental and social challenges, for example the spread of invasive plant species and the ecological and social risks associated with them (Csecserits et al., 2018). As a result, the concept of sustainable agriculture has gained increasing prominence in scientific discourse and policy. This concept aims at the long-term sustainability of production, taking into account environmental, economic, and social dimensions (Makszim, 2023; Nagy, 2007). There is a close and reciprocal relationship between sustainability and social processes. Sustainability can only be achieved if social aspects such as justice, participation, education, and social security are also taken into account. Social processes, including consumer habits and lifestyle choices, shape the possibilities for sustainability, while sustainability efforts also have an impact on social structures (Csabai et al., 2022; Makszim, 2022; Csabai et al., 2023).

There is no single, universally accepted definition of sustainable agriculture, as it is a complex and dynamic system that encompasses environmental, economic, and social criteria. According to Schaller (1993), sustainable agriculture is a "popular term for an environmentally sound, productive, economically viable, and socially desirable agriculture." This approach emphasizes that sustainability is not just a set of technical solutions, but also a way of thinking and a number of farming practices aimed at ensuring long-term viability (Soós-Makszim 2024).

Pretty (2007) highlights that concerns about the sustainability of agricultural systems focus on the need to develop technologies and practices that do not damage environmental goods and services, are accessible and efficient for farmers, and improve food productivity. This includes integrating biological and ecological processes into food production, minimizing non-renewable inputs, and making a productive use of farmers' knowledge and skills.

Dimensions of sustainability

The concept of sustainable agriculture is traditionally based on three main dimensions, often referred to as the “triple pillar”: environmental, economic, and social sustainability (Makszim et al., 2024).

Environmental sustainability: This dimension focuses on the conservation and protection of natural resources. Its objectives include maintaining soil fertility, managing water resources efficiently, preserving biodiversity, minimizing air and water pollution, and adapting to and mitigating climate change. This includes practices such as soil protection, precision farming, integrated pest management, and organic matter management.

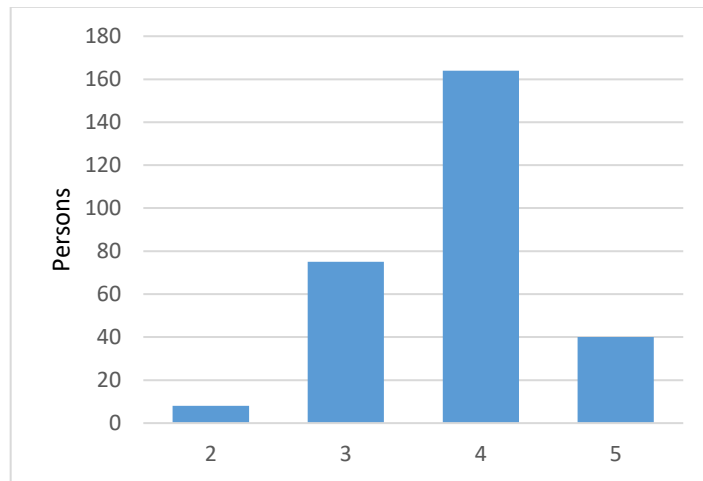


Figure 1. Commitment to Sustainability in Agriculture

Economic sustainability: This dimension ensures the long-term economic viability of agricultural activity. Its aim is to maintain the profitability of production, the stability of farmers' incomes and the financial flexibility of agricultural holdings. It is important that sustainable practices should not lead to a significant reduction of income, but contribute to the long-term stability and competitiveness of farms. Sustainability also has a significant and increasingly decisive impact on regional development, as it is no longer sufficient to consider only economic aspects when one develops regions — environmental and social factors also play a central role (Makszim, 2021).

Social sustainability: This dimension focuses on the social justice and fairness of agricultural systems. It encompasses the well-being of rural communities, job security, food safety and quality, as well as consumer health (Moravec, 2022). The goal of social sustainability is that agriculture should contribute to the development and well-being of society as a whole, taking into account intergenerational equity (Moravec and Kovács, 2025). These dimensions together form a holistic approach to sustainable agriculture, which is essential for meeting the food needs of future generations without jeopardizing natural resources or social well-being.

Agri-environment schemes and agro-ecological approaches are key to developing sustainable agriculture (Grónás et al., 2006; Ujj et al., 2022). In recent decades, we have witnessed a phenomenon that affects not only agricultural production but all inhabitants of the Earth: climate change (Apáti and Kosztyuné, 2025; Vágvolgyi and Kosztyuné, 2025). Climate change and environmental challenges necessitate a transformation of agricultural practices, which requires significant resources (Szálteleki et al., 2024). Financing sustainable investments and green financial solutions are becoming increasingly important in the agricultural sector (Pókos and Kemény, 2023). The European Union's Common Agricultural Policy (CAP) and the EU taxonomy impose new environmental requirements on farmers (Lámfalusi et al., 2023). A

complex interpretation of sustainability and the integration of environmental, social and governance (ESG) considerations are necessary for agricultural enterprises (Pupos and Nábrádi, 2022; Lakatos, 2023). The objectives of the European Green Deal pose significant challenges for the Hungarian agricultural economy (Takácsné Gy. K., 2022).

AES: Agri-Environment Scheme

AES is a form of support that requires a long-term commitment, in which farmers undertake to use sustainable land use and soil renewal techniques. The objectives of AES are:

- To enforce environmental considerations in agricultural production
 - To improve soil and water quality through sustainable farming methods
 - To preserve biodiversity through maintaining nature conservation areas
- To participate in the scheme, farmers must agree to certain requirements, such as:
- Keeping an electronic farm log.
 - Participating in training courses on sustainable farming methods.
 - Compliance with thematic requirements, such as soil renewal farming or maintaining nature conservation areas.

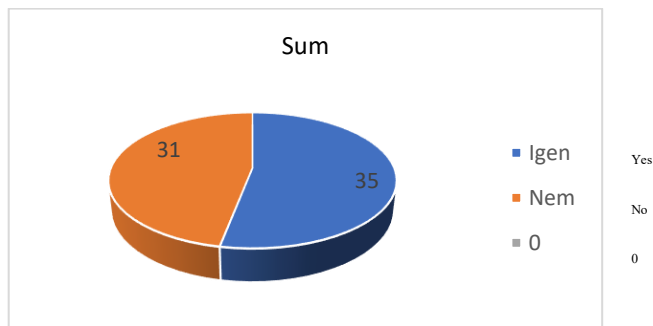


Figure 2. The Participants in AES. Source: My Data

AEP: Agro-Ecological Programme

The AEP is a more flexible, one-year commitment form of support in which farmers can voluntarily choose sustainable agricultural practices. The objectives of the AEP are:

- To encourage environmentally- and climate-conscious farming
- To improve the condition and water management of soil
- To promote more sustainable use of plant protection products

To participate in the programme, farmers must choose practices worth at least two points in each crop category.

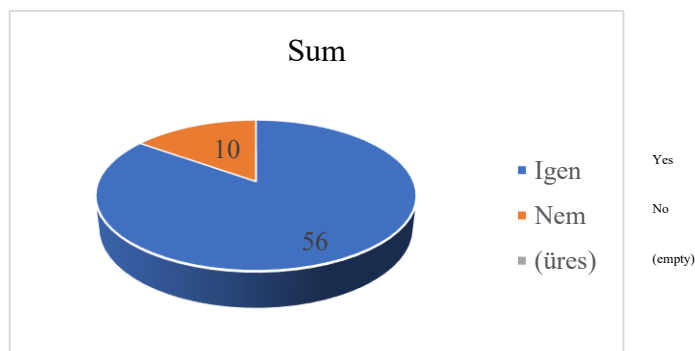


Figure 3. The Participants in AEP. Source: My Data

Materials and methodology

Data collection

Collecting data through a large-sample questionnaire, we used a quantitative method in our research. The goal of the data collection was to get a comprehensive picture of the effects of the agricultural programmes on the farmers. The questionnaire contained structured questions relating to farming practices, economic results, and participation in the programme. The sample was divided into two groups: farmers participating in the programme and farmers outside the programme (serving as a control group).

Data analysis

The data was processed and analyzed using Microsoft Excel. The purpose of the comparative analysis was to explore the impact of participation in the programme on farming results.

Results and their evaluation

Supporting sustainability in agriculture is of key importance in terms of food security, protecting environmental resources, and increasing biodiversity. The concept of sustainable agriculture combines social, economic and environmental aspects, and the European Union's Common Agricultural Policy (CAP) also gives priority to these objectives within the framework of agricultural policy. The agro-ecological approach is particularly important, as it aims to apply the ecological principles of farming, thereby supporting environmentally friendly and sustainable practices (Horváth, 2024).

In the EU, the CAP supports the training and advising of farmers and the application of sustainable agricultural practices, while taking into account the dual requirement of economic and environmental performance. Such policies also strengthen the competitiveness of farms (Dorfmann, 2018).

Also important is a multidisciplinary, systems theory-based approach that combines ecological, economic, and social dimensions, promoting long-term sustainable agricultural production (Száltekei et al., 2024).

Thus, support for the sustainability of agriculture is achieved through a complex set of devices that includes the integrated management of environmental protection, economic stability, and social justice, helping the agri-food system to be efficient and adaptable to the challenges of the 21st century (Horváth, 2024).

Conclusions

Farmers face a number of challenges when adopting sustainable agricultural practices. Among these, taking high costs involved are particularly significant, as investments in sustainable technologies and equipment require considerable financial outlay, and communicating sustainability and educating consumers can also be expensive. In addition, implementing sustainable farming involves planning and development difficulties that require special skills and time, which not all farmers can provide.

Another challenge is the uncertainty of the regulatory environment, as sustainability requirements change frequently and various legal, hygiene, or public procurement restrictions hinder the flexible operation of local food sales. When implementing sustainability, there is often a lack of efficient dialogue and cooperation between different interest groups, actors, and institutions, which makes it difficult to implement successful sustainability programmes (Makszim and Soós, 2025).

Summary

The Agri-Environmental Scheme (AES) and the Agro-Ecological Programme (AEP) play a key role in promoting sustainable agriculture in Hungary. The aim of these support schemes is to encourage farmers to use environmentally friendly and resource-efficient production methods,

thereby contributing to the preservation of soil fertility, the maintenance of biodiversity and the protection of water resources. The essence of sustainable agriculture is that economic production should remain in harmony with the natural environment in the long term, minimizing harmful environmental impacts such as excessive use of chemicals, soil erosion, or water pollution. The AES and AEP not only provide financial support, but also promote the widespread adoption of sustainable practices, thereby contributing to reducing the ecological footprint of the agricultural sector and laying the foundations for long-term food security.

Keywords: sustainability, AES, AEP, support, farmers

Acknowledgements

We express our gratitude, first and foremost, to the Institute of Technology and Agricultural Sciences of the University of Nyíregyháza for giving us the opportunity to publish our article. We also say thanks to the farmers, who welcomed us willingly and answered our questions. During our conversations, in addition to the answers related to the topic, we received a great deal of thought-provoking information from them, which we consider to be both useful and interesting.

Literature

- Agrárközösség. (2020). Fenntartható mezőgazdaság, mi is az? https://agrarkozosseg.hu/fenntarthato-mezogazdasag-mi-is-az/?gad_source=1&gad_campaignid=22792773503&gbraid=0AAAApenoJG18quO7ipRoPNQtW6rb2Is0&gclid=Cj0KQCQjwTMHEBhC-ARIsABua5iTT5iA_yQXhSJYs90lpP2GwYyo44LbEERNf19oJ76QOpqKTpHzc1gaAkNfEALw_wcB (letöltés ideje: 2025.08.04.)
- Apáti, Zs. – Kosztyuné, K. E. (2025): A mezőgazdasági szaktanácsadás értéke a fenntartható fejlődésben MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA: 5 pp. 2-6. , 5 p.
- Csabai, J. – Szabó, B. –Kosztyuné Krajnyák, E. – Szabóné Berta, O. – Hörsik, Zs. T. (2022). The Current State of Vegetarianism in Hungary, Its Possible Effects on the Agricultural Structure and the Food System. South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 13(1), 31–57.
- Csabai, J. – Szabó, B. – Kosztyuné Krajnyák, E. – Hörsik, Zs. T. – Nagy Makszim Györgyné, T. (2023). Examining Some Ideological Aspects of Vegetarianism. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Biology, 52, 32–36.
- Csecserits A. – Barabás S. – Csabai J. – Devescovi K. – Hanyecz K. – Höhn M. – Kósa G. – Németh A. – Orlóci L. – Papp L. – Pándi I. – Ruborits T. – Sütöriné Diószegi M. – Sztár K. – Tihanyi G. – ifj. Papp L. (2018). Hazai botanikus kerti tapasztalatok az európai uniós inváziós listán szereplő szárazföldi növényekkel kapcsolatban. Botanikai Közlemények, 105(1), 143-154. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2018.105.1.143>
- Dorfmann, H.: 2018. JELENTÉS az élelmiszer-ágazat és a mezőgazdaság jövőjéről | A8-0178/2018 | Európai Parlament. forrás https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0178_HU.html
- Gábor, P. G. K. (2023). Fenntartható beruházások finanszírozásának szerepe és lehetőségei az agráriumban.
- Grónás, V. – Centeri, C. – Magyar, J. – Belényesi, M.: 2006. Agrár-környezetgazdálkodási programok bevezetésének hatása a kijelölt mintaterületek földhasználatára és természeti értékeinek védelmére. Tájökológiai Lapok, 4(2), 277-289.
- Horváth, G. (2024). A „Zöld” Mezőgazdaság Jövőképeinek Meghatározó Alkotóelemei: A Laudato si’ Enciklika és egyes szupranacionális stratégiai dokumentumok (kiemelten az ENSZ SDG-célrendszere, az Európai Zöld Megállapodás és a „termelőtől a fogyasztóig” stratégia) tükrében. Iustum Aequum Salutare, 20, 149.
- Lámfalusi I. – Hámori J. – Rózsa A. – Goda P.: 2023. Környezeti fenntarthatóság a Közös Agrárpolitikában és az EU-taxonómiában. Gazdálkodás, 67(1).
- Takácsné Gy. K. (2022). A technológiai fejlődés hozzájárulása a fenntarthatósághoz az agrárgazdaságban. Gazdálkodás, 66(5).
- Légkör folyóirat—Kiadványok—Met.hu. (2025, július 18). HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. <https://www.met.hu/ismeret-tar/kiadvanyok/legkor/index.php?no=2022.1.4>
- Makszim Gy. N. T.: 2021. A Területfejlesztés aktuális kérdései Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében. In: Tóth, Csilla (szerk.) ÖSHONOS- ÉS TÁJFAJTÁK – ÖKOTERMÉKEK – EGÉSZSÉGES TÁPLÁLKOZÁS – VIDÉKFEJLESZTÉS Minőségi élelmiszerek – Egészséges környezet – Fenntartható vidéki gazdálkodás : Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században, Nyíregyháza, Magyarország : Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet 396 p. pp. 327-334. , 8 p.
- Makszim Gy. N. T.: 2023. A Térségi Vállalkozási Térszerkezeti Modell elméleti bemutatása. KOMMUNIKÁCIÓ MÉDIA GAZDASÁG 11 : 1 pp. 123-152. , 30 p.

- Makszim Gy. N. T.: 2022. Társadalmi folyamatok térszerkezetének vizsgálata. In: János, István (szerk.) Tradíció és innováció ötvözete a Nyíregyházi Egyetemen, Nyíregyháza, Magyarország : Nyíregyházi Egyetem (2022) 614 p. pp. 276-288. , 13 p.
- Makszim Gy. N. T. – Soós A.: 2025. Land Sharing and Land Sparing in Agriculture – Can We Change Our Attitudes? EUROCHOICES 24 : 1 pp. 43-49. , 7 p.
- Makszim Gy. N. T. – SOÓS A. – Kosztyuné K. E. – Csabai J. – Szabó B.: 2024. Az erdőgazdálkodás vármegyei szintű statisztikai elemzése 2000-2022 között, különös tekintettel a fenntartható erdőgazdálkodásra. In: Irinyiné, Oláh Katalin; Kosztyuné, Krajnyák Edit; Szabó, Béla; Bara, Eszter (szerk.) Fenntartható Tápanyag-gazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája 2024. Innovatív megoldások a XXI. század mezőgazdaságában : Konferencia kiadvány, Nyíregyháza, Magyarország : Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet (2024) 186 p. pp. 66-73. , 8 p.
- Mizik T.: 2018. Agrárgazdaságtan II. Az agrárfejlesztés mikro- és makroökonómiája. Akadémiai Kiadó, ISBN: 978 963 454 187 5
- Moravecz M.: 2022. Diákok sportja - hallgatók egészségtökéje?: a mindennapos testnevelés jéghegy-modellje a hallgatói egészség tudatosság és eredményesség tükrében Szeged, Magyarország: Belvedere Meridionale, 273 p.
- Moravecz M. – Kovács K. E.: 2025. The Role of Well-Being as a Value in Students' Health-Conscious Lifestyles in the Context of the Role of Daily Physical Education DOI: <https://doi.org/10.2478/pcssr-2025-0009>, PHYSICAL CULTURE AND SPORT STUDIES AND RESEARCH 2025 Paper: 2025-0009 (2025)
- Nagy T.: 2007. Small and Medium-Sized Enterprises at Present and in the Future in the Northern Great Plain Region and in Szabolcs-Szatmár-Bereg Country. ACTA BEREGRASIENSIS: A KÁRPÁTALJAI MAGYAR TANÁRKÉPZŐ FŐISKOLA ÉVKÖNYVE 6 : klnsz pp. 7-14. , 8 p.
- Szálteleki P. – Solti I. – Bacsó Zs. – Pupos T.: 2024. A fenntarthatóság és versenyképesség kapcsolódási pontjai, a fennálló kölcsönhatások gazdasági vetületei a mezőgazdasági vállalatokban (Első rész: A mezőgazdasági fenntarthatóság értelmezése, alapelvei, agroökológiai megközelítés). Gazdálkodás, 68(1).
- Pretty, J. (2007). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1491), 447-465.
- Schaller, N. (1993). The concept of agricultural sustainability. Agriculture, Ecosystems & Environment, 46(1-4), 89-97.
- Soós A. – Makszim Gy. N. T.: 2024. Károsodott környezeti elemek, kihívás előtt álló mezőgazdaság - mielőbbi megoldás a paradigmaváltás MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA (0026-1890): 65 1 pp 2-7 (2024)
- Takácsné György K.: 2020. A fenntartható gazdálkodás és a méretgazdaságosság kölcsönhatásai. Gazdálkodás - Agrárökonómiai Tudományos Folyóirat.
- Tibor, P. – András, N.: 2022. A fenntarthatóság értelmezése, annak komplex elméleti háttere. Gazdálkodás, 66(6).
- Vágvölgyi S. – Kosztyuné K. E.: 2025. Savanyú homoktalajok fenntartható hasznosításának agronómiai kihívásai a környezeti változások tükrében. In: Csajbók, József (szerk.) Kihívások és megoldások a szántóföldi növénytermesztésben : Prof. Dr. Pépó Péter 70 éves Debrecen, Magyarország : Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar (2025) 330 p. pp. 222-227. , 6 p.
- Vilmos, L.: 2023. Fenntarthatóság, felelősségvállalás, tőkepiaci értékítélet. Gazdálkodás, 67(5).

GABONASZÁRÍTÓK KALORIKUS VIZSGÁLATA ÉS A HŐVESZTESÉGEK MEGHATÁROZÁSA

ANTAL Tamás¹ – KOVÁCS Zoltán¹

¹Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11., antal.tamas@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.03>

Bevezetés

A gabonaszárítás rendkívül magas hőenergia-felhasználása igazi kihívást jelent a nemzetgazdaság számára. A szárítás költsége döntő a gabonatermelés eredményesség szempontjából, melynek mértéke – az alkalmazott szárítástechnológia figyelembevételével – elérheti az összes termelési költség 25-40%-át. Mindezeket figyelembe véve olyan mezőgazdasági szárító fejlesztésére van szükség, mely relatíve alacsony villamos- és hőenergia-felvétellel rendelkezik, továbbá a porkibocsátás minimalizált és a szárított termék kiváló minőségű. Az energia- és költségtakarékos üzemmódról akkor beszélhetünk, ha hővisszanyerési megoldást alkalmazunk (Kacz és Kocsis, 2013). A korszerűnek tekinthető szárítóknál a hűtő- és a szárító zóna alsó szakaszából kilépő alacsony relatív nedvességtartalmú levegő együttes visszavezetésére kerül sor a tüzelőberendezéshez, és melegítés után a szárítózónába juttatható, vagy a szárítóközeghez keverhető (Német, 2014). Ezzel a megoldással akár 25-35%-os energia-megtakarítás érhető el (Herdovics és Csermely, 2004). Az utóbbi évtizedben több olyan 30-40 éve épült hagyományos szemestermény-szárító felújítása történt meg, amelyek ígéretes fejlesztésnek bizonyultak (Balla, 2011).

Ebben a tudományos munkában a következő célokat tűztük ki: meghatározni egy korszerűsítésen átesett keresztáramlású gabonaszárító fajlagos hőenergia-fogyasztását a gázfogyasztást alapul véve, összehasonlítani ezt az értéket a Mollier-féle h-x diagram felhasználásával meghatározott fajlagos hőenergia-fogyasztással, illetve megbecsülni a szárító meleg-oldali felületi hőveszteségét.

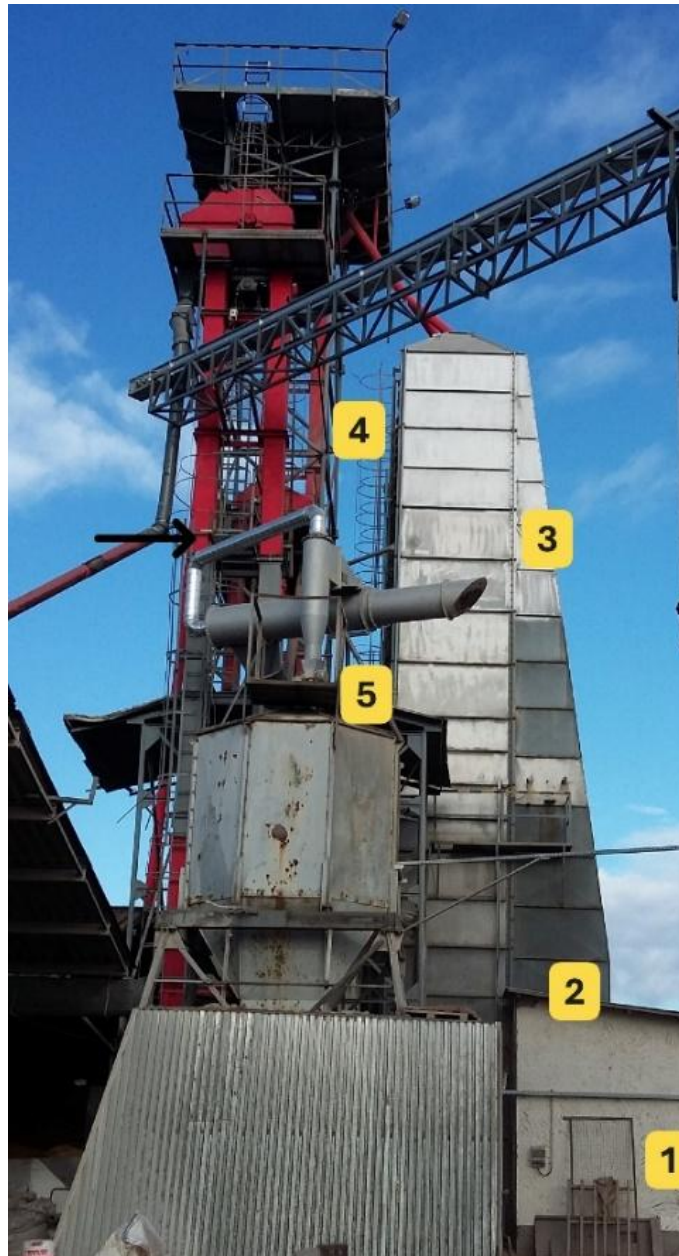
Anyag és módszer

A szárítási elvét tekintve a Bábólna B-1-15 típusú mezőgazdasági szárító egyfokozatú vízelvonást valósít meg. Mivel a szárítóban a nedves gabona haladási iránya felülről lefelé történik, ezért ez gravitációs csörgedezettető rendszerű anyagmozgatásnak felel meg (1. ábra).

Az átalakított Bábólna B-1-15 típusú szárítóberendezés esetében a hideglevegő ventilátort kiiktatták. A meleglevegő ventilátort pedig úgy készítették el, hogy a hűtőzónából kijövő, a termény által felmelegített és alacsony relatív nedvességtartalmú levegőt az égőtérbe szívja és összekeveri a tüzelőberendezés által felmelegített környezeti levegővel (ún. hővisszanyerés), majd ezt a kevert szárítóközeget nyomja fel a szárító felső zónájába. Ezáltal a szárító szakasz nyomottá, a hűtő szakasz pedig szívottá vált. Ezen kivétel hozzájárult ahhoz, hogy 30 kWh-val csökkent a szárító villamos energia-fogyasztása, illetve a hűtőzónából kijövő, vízelvonásra alkalmas szárítóközeg nem a környezetet melegíti.

A hőképzéshez szükséges és a szárítóban uralkodó hőmérsékletet, relatív nedvességtartalmat öt különböző ponton mértük a szárítótesten a Testoterm mérőkészülék segítségével. Az alábbi helyeken (1. ábra):

1. Égőtérbe beszívott levegő (temperált, zárt helyiség).
2. Hűtőzónából visszakevert levegő (2*35 db csatorna mérve).
3. Felső szárítózónába belépő levegő (az égőből).
4. Felső szárítózónából kilépő levegő (a felső három sor mérve, 2*15 db csatorna).
5. Alsó szárítózónából kilépő levegő (8. sor felett mérve, 2*25 db csatorna).



1. ábra. Mintavételi pontok elhelyezkedése a korszerűsített B-1-15 típusú szárítón

A Testoterm 4510 típusú mérőkészülék egy multifunkciós mérőeszköz, mely képes légsebesség, hőmérséklet és relatív nedvességtartalom mérésére.

Ez a hőmérséklet-mérő antenna tulajdonképpen egy NiCr-NiAl levegőszonda. Ezen szondán kívül csatlakoztatható még a Testoterm mérőeszközhöz felület-, merülő-, vagy áthatoló szonda. Fontos, hogy DIN szabvány szerinti 8 tűs csatlakozót képes fogadni a mérőeszköz. A mérési tartomány $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$ között, $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ pontossággal írható le.

A Testoterm kapacitív nedvességtartalom-érzékelőket használ a levegő relatív nedvességtartalmának mérésére. A páratartalom-érzékelő NTC hőmérsékletmérővel van kombinálva. A szonda feje az érzékeny érzékelő és NTC mérőfej okán egy védőkupakkal van ellátva. A páratartalom-érzékelő mérési tartománya: $0-100\%$ ($\pm 2\%$).

Az anemométer mérőszonda három átmérővel készült: Ø 12mm, Ø 16 mm, Ø 25 mm. A lapátos kialakítású légsebességmérő szonda mérési tartománya 0,25-60 m/s közötti.

Air Humid Handling szoftver a Zeller Consulting Suisse saját fejlesztésű terméke, amely hőcserélőkkel, légkondicionálással és termodinamikával foglalkozó szakemberek számára készült. Gyakorlatilag a szoftver a Mollier h-x diagram digitális verzióját tartalmazza (Internet 1).

Eredmények és értékelésük

A vizsgálat során a Testoterm 4510 típusú műszer segítségével határoztuk meg a szárítóközeg paramétereit (hőmérséklet és relatív nedvességtartalom). A nyers és a szárított kukorica nedvességtartalmát (nedves bázisban) a gépkezelőtől kaptuk meg (1. táblázat). A földgázfogyasztást a szolgáltatói gázfogadó digitális mérőórájáról olvastuk le.

A mérés időtartama: 2 h (10:00-12:00). Anyag: kukorica (*Zea mays* L.) A szárított anyag mennyisége óránként: $G_2=11,3$ t/h (A gépkezelőtől kapott adatok).

A korszerűsített Bábolna 15 t/h teljesítményű szárítónál alkalmazott ventilátor anemométerrel mért légszállítása $50.000 \text{ m}^3/\text{h}$, a léghevítőnél. Ez az érték a temperált helyiségből beszívott légmennyiséget jelenti. A ventilátor keverési aránya - a kültérből és a hűtőből szívott - a légszállítási teljesítményből 70%:30%-ra adódott, melyet a Mollier h-x diagram készítésénél kellett figyelembe venni és a számításoknál is.

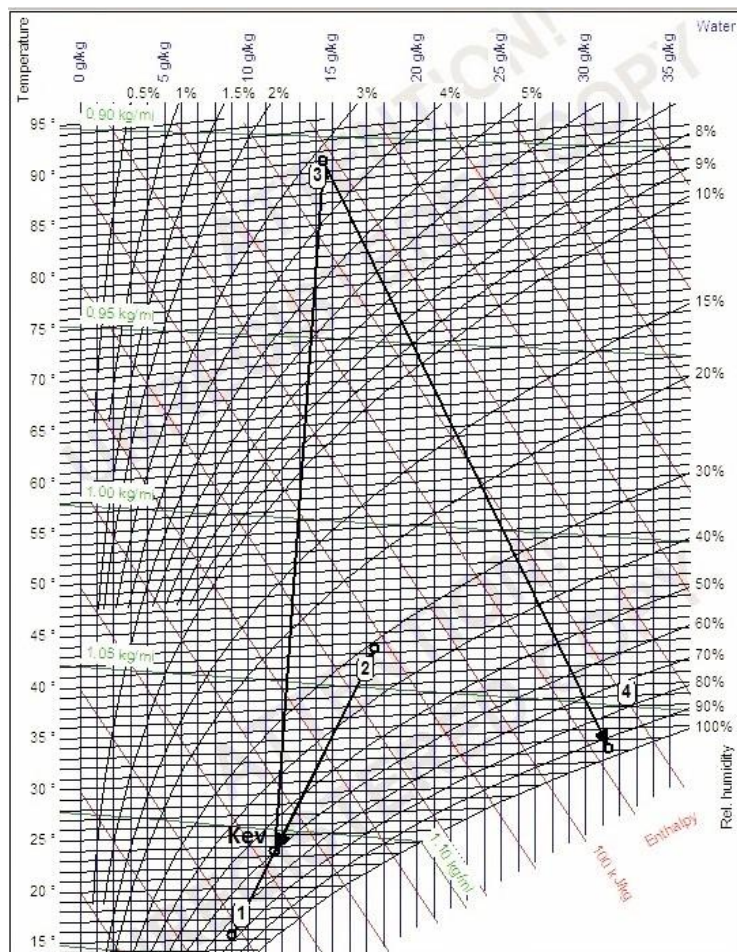
1. táblázat. A mérési pontokon detektált levegő/száritóközeg hőmérséklet, relatív nedvességtartalom, és az anyag nedvességtartalmi adatai¹

Mérési pontok	Hőmérséklet (T) [°C]	Relatív nedvességtartalom (φ) [%]	A kukorica nedvességtartalom (W) [%]
1. Égőtérbe beszívott levegő (temperált helyiség)	15,4±1,2	77,6±2,7	-
2. Hűtőzónából visszakevert	42,4±1,8	31,2±1,4	-
3.Felső szárítózónába belépő (égőtől kevert)	89±2,2	3,2±0,1	21,2*±0,7
4. Felső szárítózónából kilépő	32,2±1,4	95,3±3,1	-
5. Alsó szárítózónából kilépő	46,2±1,9	63,5±2,4	13,5*±0,5

*A szárító gépkezelőjétől kapott adatok.

± szórás

A 2. ábrán látható az 1. táblázatban közölt szárítóközeg adatainak – a levegő hőmérséklet és relatív nedvességtartalom – ábrázolása Mollier-féle h-x diagramban.



2. ábra. A korszerűsített B1-15 típusú szárítón a mérési adatok alapján megszerkesztett Mollier-féle h-x diagram

Az átalakított Bábolna 1-15 típusú szárító fajlagos hőenergia-felhasználása gázfogyasztás alapján

A szárított kukorica nedvességtartalmának és tömegáramának ismeretében a szárítókamra vízpárolgató teljesítménye (1):

$$G_v = G_2 \times \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1} = 11300 \times \frac{21,2 - 13,5}{100 - 21,2} = 1104,187 \text{ kg/h}, \quad (1)$$

ahol:

G_v : a szárító vízpárolgató képesség (kg/h),

G_2 : a szárított anyag mennyisége óránként (11300kg/h – a gépkezelőtől kapott adat),

W_1 : a nedves anyag víztartalma (%),

W_2 : a szárított anyag víztartalma (%).

Az óránként a szárításra felhasznált hőenergia (Q_k) (2):

$$Q_k = V_g \times H_g = 127,4 \times 34 = 4331,6 \text{ MJ/h}, \quad (2)$$

ahol:

Q_k : óránként felhasznált hőenergia (MJ/h),

V_g : gázfogyasztás ($127,4 \text{ Nm}^3/\text{h}$ – a mérőóráról leolvasott adat),

H_g : földgáz fűtőértéke ($34 \text{ MJ}/\text{m}^3$ – gázszolgáltatótól kapott adat).

Innen a korszerűsített Bábolna B1-15 szárító fajlagos hőfelhasználása (q_f') a gázfogyasztás alapján számolva (3):

$$q_f' = \frac{Q_k}{G_v} = \frac{4331,725}{1104,187} = 3,923 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}_{\text{víz}}} \quad (3)$$

A korszerűsített Bábolna 1-15 típusú szárító hőtechnikai ellenőrző vizsgálata Mollier h-x diagram alapján

Az 1 kg száraz levegővel elvitt nedvesség meghatározható az alábbi összefüggéssel (4):

$$\Delta x = (x_4 - x_{\text{keverék}}), \quad (4)$$

ahol:

Δx : 1 kg száraz levegővel elvitt nedvesség mennyisége (kg/kg),

x_4 ; $x_{\text{keverék}}$: a Mollier h-x diagramból leolvasott abszolút nedvességtartalom értékek.

A 2. ábra diagramjából kapott abszolút nedvességtartalom értékek:

$$x_4 = 31,421 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \quad x_{\text{kev}} = 11,559 \frac{\text{g}}{\text{kg}}$$

Innen Δx (5):

$$\Delta x = x_4 - x_{\text{kev}} = 31,421 - 11,559 = 19,862 \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 0,019862 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \quad (5)$$

A következőkben egyszerűsített számítással adjuk meg a fajlagos hőfelhasználás (q_f'') értékét. A fajlagos hőigény (q_f'') egyszerűsített alakú képlete tehát (6):

$$q_f'' = \frac{h_3 - h_{\text{keverék}}}{x_4 - x_{\text{keverék}}} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{kg}_{\text{víz}}} \right) \quad (6)$$

Az entalpia (h) értékek különbsége fogja megadni az 1 kg nedves levegővel közölt hőmennyiséget (q_k) (7).

Ezeket az értékeket is a 2. ábráról kapjuk meg:

$$h_3 = 128,185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad h_{\text{kev}} = 53,056 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$q_k = h_3 - h_{\text{kev}} = 128,185 - 53,056 = 75,129 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad (7)$$

ahol:

q_k : 1 kg nedves levegővel közölt hőmennyiség (kJ/kg),

h_3 ; $h_{\text{keverék}}$: a Mollier h-x diagramból leolvasott entalpia értékek.

A fajlagos hőfelhasználás (q_f'') a Mollier h-x diagram adatai alapján tehát (8):

$$q_f'' = \frac{h_3 - h_{\text{kev}}}{x_4 - x_{\text{kev}}} = \frac{75,129}{0,019862} = 3782,549 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{víz}}} = 3,782 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}_{\text{víz}}} \quad (8)$$

Következtetések

Ebben a tudományos munkában egy 1980-as években épült Bábolna 1-15 típusú gabonaszárító korszerűsítése után meghatároztuk a szárítók minősítésére gyakran használt specifikus mutató – fajlagos hőfelhasználás – értékét. A hővisszanyerő rendszerrel kiépített B1-15 szárító 3,923 MJ/kg víz fajlagos hőenergia-fogyasztással jellemezhető, amennyiben gázfogyasztás alapján határozzuk meg. A Mollier-féle h-x diagram segítségével kiszámított fajlagos hőfelhasználás értéke 3,782 MJ/kg víz.

A korszerűsített Bábolna gabonaszárító gázfogyasztás (3,923 MJ/kg víz) és a szárítóközeg kalorikus jellemzői alapján kalkulált fajlagos hőfelhasználás (3,782 MJ/kg víz) közötti különbség 3,72%, ami jól mutatja, hogy van hőveszteség a szárítás során. A számítás útján meghatározott gabonaszárító felületi vagy sugárzással leadott hővesztesége (3,72%) a szakirodalom által becsült felületi hőveszteség intervallum (2-4%) között van (Beke, 1997; Jokiniemi et al., 2011). Ezt a hőveszteséget így is nevezhetjük Barótfi (1993) nyomán: a szárító és a környezet közötti hőtranszport vesztesége. Az általunk kalkulált felületi hőveszteség 1000 üzemórát üzemelő szárítóberendezés esetében – a 2025-ben aktuális földgáz árral (Ft/nm³) számolva – megközelítőleg 500.000-1.000.000 Ft-ra is rúghat egy szezonnál.

Azt feltételezzük, hogy a földgázfogyasztás alapú hőfelhasználás vagyis a szárítási technológiai folyamat összes üzemi hőigénye és a szárítóba bevitt levegő felmelegítésére fordított hőmennyiség különbsége adja a felületi vagy sugárzással leadott hőmennyiséget.

A gabonaszárítás során keletkező hőveszteség pontos meghatározására a termográfia módszertana ajánlott, melynek segítségével mérhető a szárító horganyzott acél felületének hőmérséklete, illetve becsülhető a hőszugárzással elvesztett hő, valamint hasonlósági egyenletekkel számítható a konvektív hőátadási tényező, majd ebből a kalkulálható a konvektív hőveszteség értéke.

Összefoglalás

A jelenleg üzemelő kb. 35-40 éves szárítók többségét még megéri és fel lehet újítani, mely során a szakemberek elvégzik a hővisszanyerő rendszer, a légszűrő, a szigetelés, a szárítóvezérlő szekrény kiépítését, és a porleválasztó elhelyezésével a rendszer a környezetvédelmi követelményeknek is megfelel. A jelen tanulmányban az 1980-as években épült Bábolna 1-15 típusú keresztirányú légátvezetű, csörgedeztető rendszerű aknás terményszárító felújításának energetikai célú eredményét ismertetjük, mely során a szárítólevegőt újrahasznosítja. Ezt az értéket a szárítóberendezés hőtechnikai ellenőrző vizsgálat elvégzésével igazoltuk. A terményszárító felületi hőveszteségét a szárításra felhasznált földgázfogyasztás és a Mollier-féle h-x diagram alapján számolt fajlagos hőfelhasználás különbségéből határoztuk meg.

Kulcsszavak:

gabonaszárító, földgázfogyasztás, Mollier h-x diagram, meleg-oldali hőveszteség

Irodalom

- Balla, J.: 2011. A szárítófejlesztési program tovább folytatódik az IKR Zrt.-nél. Agrárágazat, 2011, 12 (8), pp. 88-90.
Barótfi I.: 1993. Energia Felhasználói Kézikönyv. Környezet-Technika Szolgáltató Kft., Budapest, pp. 491-492.
Beke J.: 1997. A hőközlés hatásfoka. [In: Beke, J. (szerk.) Terményszárítás]. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, pp. 201-202.
Herdovics, M. - Csermely, J.: (2004). A szemestermény-szárítás helyzete, technológia fejlesztési lehetőségei. Agro Napló, 2004, 9, pp. 86-88.
Jokiniemi T. - Kautto K. - Kokkin E., Ahokas J.: 2011. Energy efficiency measurements in grain drying, Agronomy Research Biosystem Engineering, 2011, 1, pp 69-75.
Kacz, K. - Kocsis, S.: 2013. Szárítástechnológia alternatív megoldások a szemestermény-szárítók fűtésében. Agro Napló, 2013, 2, pp. 99-100.
Német, B.: 2014. Terményszárítás, szemestermény-szárítók. Agrárium7, 2014, 4, pp. 33-34.

Internet1: <https://zcs.exprocad.com/en/ahh.html>

CALORIC TESTING OF GRAIN DRYERS AND DETERMINATION OF HEAT LOSS

Tamás Antal¹ – Zoltán Kovács¹

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
antal.tamas@nye.hu

Summary

Most of the dryers currently in operation, which are around 35-40 years old, are still worthwhile and can be upgraded, with the installation of a heat recovery system, insulation of air ducts, building a dryer control cabinet and the installation of a dust collector to meet environmental requirements. In this study presents the energy efficiency results of the renovation of the Bábolna 1-15 type transverse air-conducted, shaft crop dryer built in the 1980s. This value was verified by performing a thermal verification test of the dryer. The surface heat loss of the crop dryer was determined from the difference between the natural gas consumption for drying and the specific heat consumption calculated from the Mollier h-x diagram.

Keywords:

grain dryer, natural gas consumption, Mollier h-x chart, heat loss on warm side

SOME MEDICINAL PLANTS SOLD IN OSMANIYE HERBALS AND THEIR USAGE AREAS

Ayşegül KARAGÖZ¹ – Hüsnüye Aka SAĞLIKER²

¹MsC, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Osmaniye Korkut Ata University, Department of Biology, Osmaniye, TÜRKİYE, aysegulfurucu@hotmail.com

² Prof. Dr., , University of Osmaniye Korkut Ata, Faculty of Engineering and Natural Sciences, , Department of Biology, Osmaniye, TÜRKİYE, hasaglikler@osmaniye.edu.tr
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.04>

Abstract

This research was carried out by face-to-face interviews using survey forms with 10 herbalists in Osmaniye city center, Kadirli and Düziçi districts between 2023-2024. The aim of the study was to determine the plants sold in herbalists in the central districts of Osmaniye province, the parts of these plants used and the drugs obtained, and the purposes and ways of using these plants by the people. An attempt was made to determine the knowledge of herbalists about how they procure plants, sale and purchase of plants, storage conditions of plants and their legal obligations. The use of known plants for different purposes or in different ways was questioned in interviews with herbalists. As a result of the surveys, it was determined that herbalists in the research area sold 86 plants belonging to 46 families for various purposes.

Key Words: Herbalist, Plant Sales, Ethnobotany, Medicinal Plants, Osmaniye

Introduction

Humanity's acquaintance with plants began with their existence. Ethnobotany is a branch of science between ethnology and botany, which examines human culture. It is a science that aims to document the relationship between people and plants, how plants affect culture, and this changing accumulation of knowledge. Ethnobotany, which includes both natural and cultivated plant species, is based on observation, relationship, need, and traditional knowledge methods. New inventions, skills, and methods are added to this knowledge, which is acquired through experience and undergoes change. Ethnobotanists try to reveal the purposes and how plants have been used in various cultures from past to present, their cultural meanings, and their relationships with beliefs (Kendir and Güvenç, 2010; Bodnár & Csabai, 2019; Kolesnyk et al., 2025a).

Anatolia, where many civilizations have lived from ancient times to the present day, has a rich flora due to its climate and geographical conditions. Anatolia has a wide range of medical knowledge with both its historical past and accumulation and its plant diversity (Hacıoğlu, 2005; Kıran, 2006). The plants and their areas of use in the medical works that have survived from the people who lived in Anatolia have common characteristics with today's traditional medical understanding (Bellikci, 2011).

According to recent studies, the number of plants on earth is between 250,000-500,000 (Ersöz, 2012). According to WHO records, a large portion of people today (70-80%) use “traditional medicine” for treatment or protection. It is said that there are approximately 70,000 types of medicinal plants used for this purpose. Approximately 21,000 plant species have been used for treatment (Başaran, 2012). The use of medicinal plants in treating diseases has recently been expressed under the names of “alternative medicine”, “traditional medicine” or “complementary medicine”. At the same time, names such as natural medicine, folk medicine, interactive medicine, folkloric medicine, holistic medicine, and supportive medicine are also used for the same purpose in different geographies (Ersöz, 2012).

The word “taker” used for tradesmen who provide the materials needed for medicine production is derived from the Arabic word “akarir”, meaning drugs or medical substances. During the Seljuk and Ottoman periods, herbalists, also known as “Akkar” or “Attar”, sold herbal drugs as well as animal and mineral drugs. As a result of many years of experience, herbalists, one of the most important cornerstones of folk medicine from the past to the present, have lost their importance and have become institutions that only provide medicinal plants and spices to the public (Sargin et al., 2013). Despite all these developments, the fact that there are businesses called “spice shops” or “herbalists’ shops” in almost every residential area and that a portion of the public goes to these places for treatment purposes and buys plants is considered an indication that people continue to prepare their own medicine in their own kitchens (Sarışen and Çalışkan, 2005). In addition, the increasing number of herbalists in direct proportion to the increasing interest in herbal treatment in the written and visual media today also reveals the public's interest in this field. People use the drugs they buy from herbalists, either individually or in mixtures, without questioning them, thinking that they are completely natural or harmless (Tulukçu and Sağdıç, 2011). Contrary to popular belief, since medicinal plants can have side effects that can endanger human health, treatment with medicinal plants is too important a subject to be left to spice shops. Since herbal drugs contain different active ingredients in various parts of the plant, people interested in plants need to have some basic information about plant morphology and anatomy. How effective a medicinal plant turns out to be often depends not just on the species itself, but also on the way and place it's gathered. Soil, local climate, and even the time of harvest can all affect how much of the active compounds the plant will actually contain (Kolesnyk et al., 2025b). It should never be forgotten that not knowing well which method, which plants and in what proportions the drug to be used can cause negativities that can even result in death (Bulut et al., 2017). For this reason, the integration of modern scientific methods is essential—not only for safety, but also for mapping the plant's complete phytochemical profile and linking it to traditional knowledge (Csabai et al., 2024).

The areas where ethnobotany science is used, which is considered a value among the rich cultural heritage of our country, recording the relevant plants and transferring this knowledge to future generations are very important responsibilities. Young generations are far from this information due to many reasons such as migration from rural to urban areas, modernization, development of transportation vehicles, easy access to health services. This cultural knowledge that cannot be reached and used is in danger of being lost by being erased from the memory of the society. The importance of comprehensive scientific research in order to document, record and protect this information has been partially perceived and emphasized (Kendir and Güvenç, 2010). In this context, studies have gained momentum today and information on which parts of the plants collected and named from the field are used, for what purpose and how, and how they are prepared and applied has been collected from the local people (Kendir and Güvenç, 2010; Gelse, 2012; Demirci Kayıran, 2019; Keskinbaş and Aka Sağlıker, 2023; Keskinbaş and Aka Sağlıker, 2024).

There are some studies that reveal the drugs found in herbalists, their preparation and usage methods (Sürmeli et al., 2000; Kıran, 2006; Metin, 2009; Demirci and Özhatay, 2012). Since the information obtained in these studies is based on the region where the herbalists are located, there may be uncertainties about whether the use of the plants belongs to folk medicine, whether a new usage form has been given by the herbalist, or the origin of the plants that may be folk medicine (Bayramoğlu, 2007; Vehbi, 2014; Koca, 2016).

This study aims to reveal the plants sold in herbalists in the central district of Osmaniye province, Kadirli and Düziçi districts, which parts of these plants are used for which purposes, their usage methods, herbal mixtures, if any, and the demographic characteristics of herbalists. It was also attempted to evaluate how herbalists acquired their knowledge about their profession, where they obtained the plants and whether they processed their products. This research is the first study conducted in Osmaniye, which is important in terms of ethnobotany.

Materials and methods

This study was carried out in Osmaniye city center and Kadirli and Düziçi districts depending on population density between 2023-2024 years. Within the scope of the research, herbalists and spice shops selling medicinal plants were visited and medicinal plants and their intended uses were recorded. The study aimed to interview 15 herbalists, but 10 of them agreed to participate in the survey and take photographs. Information on plants used for treatment purposes was obtained from the herbalists visited and the people working there. Permissions were obtained from the people who participated in the survey to use the information. One of the herbalists who participated in the survey was female and nine were male. Five of the herbalists stated that they acquired their knowledge through their own personal curiosity and five through the master-apprentice relationship. In addition, one of the herbalists reported that they received training on medicinal aromatic plants. In the face-to-face interviews, questions were asked according to the previously prepared questionnaire form and their answers were noted. In addition to questions aimed at determining the medicinal plants sold to the herbalists and for what purposes they were used, they were also asked whether they prepared herbal mixtures. Among the questions asked were where the information was obtained and whether the scientific names of the plants were known in addition to their local names. Questions asked to herbalists are listed below (Table 1).

Table 1. Survey questions applied to herbalists

No	Survey questions
1	Can you list the 10 plant species you sell the most, starting from the most?
2	What are the reasons why customers buy plants? (Health, beauty, religious beliefs, etc.)
3	For which diseases do your customers buy which plants?
4	Do you have your own herbal mixture?
5	In which seasons are the most plants sold?
6	Where/who do you buy the products, list from most to least?
7	Do you do any processing to the products you buy? (Packaged, processed, ground, etc.)
8	How do you store your products? List them according to their storage methods.
9	Who makes up the most of your customers, can you rate them as a percentage? (Female, male)
10	Do your customers come to you before going to the hospital?
11	From what sources do you learn information about plants?
12	Do you know the current legal status of the plants sold in your business?

Results

The scientific names, local names and used parts of the plants determined to be sold as a result of interviews with herbalists are listed in Table 2.

Table 2. Plants reported by herbalists and their customers (Original, 2024)

Plant family	Taxonomic name	Plant part used
Acoraceae	<i>Acorus calamus</i> L.	Root
Alliaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Underground part
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Rosin
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i> L.	Flower status
Apiaceae	<i>Anethum</i> sp. L.	Leaf
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Fruit
Apiaceae	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Fruit
Apiaceae	<i>Ferula</i> L.	Root, seed
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Fruit
Apiaceae	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Seed
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.	Leaf
Araliaceae	<i>Panax ginseng</i> C. A. Mey.	Root
Asteraceae	<i>Helichrysum armenium</i> DC.	Flower
Asteraceae	<i>Achillea Millefolium</i> L.	Above ground part
Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L.	Seed
Asteraceae	<i>Solidago virgaurea</i> L.	Leaf
Asteraceae	<i>Cynara scolymus</i> L.	Leaf
Asteraceae	<i>Inula viscosa</i> (L.) Aiton	Flower, leaf
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Above ground part
Asteraceae	<i>Stevia</i> sp.	Leaf
Boraginaceae	<i>Alkanna tinctoria</i> Tausch	Root
Brassicaceae	<i>Boswellia sacra</i> Flueck	Rosin
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Above ground part
Brassicaceae	<i>Lepidium sativum</i> L.	Seed
Cannabaceae	<i>Humulus lupulus</i> L.	All plant parts
Caprifoliaceae	<i>Viburnum opulus</i> L.	Fruit, leaf
Caryophyllaceae	<i>Gypsophila arrostii</i> Guss.	Seed
Clusiaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Above ground part
Combretaceae	<i>Terminalia chebula</i> Retz.	Seed
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> Descourt.	Fruit
Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i> L.	Above ground part
Ericaceae	<i>Erica arborea</i> L.	Leaf
Fabaceae	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Fruit
Fabaceae	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Seed
Fabaceae	<i>Lupinus albus</i> L.	Seed
Fabaceae	<i>Cassia angustifolia</i> Vahl.	Leaf
Gentianaceae	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn	Above ground part
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> L.	Leaf

Lamiaceae	<i>Lavandula angustifolia</i> Moench	Flower, leaf
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i> L.	Flower
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	Leaf
Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i> L.	Leaf
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Above ground part
Lamiaceae	<i>Origanum onites</i> L.	Above ground part
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Leaf
Lamiaceae	<i>Salvia officinalis</i> L.	Leaf
Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L.	Above ground part
Lamiaceae	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Leaf
Lamiaceae	<i>Vitex agnus castus</i> L.	Root
Lauraceae	<i>Cinnamomum aromaticum</i> Nees	Crust
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.	Leaf
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Leaf
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Root
Malvaceae	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Flower, leaf
Malvaceae	<i>Alcea rosea</i> L.	Flower
Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Flower
Oleaceae	<i>Jasminum officinale</i> L.	Flower
Oleaceae	<i>Olea europaea</i> L.	Leaf
Onagraceae	<i>Epilobium</i> sp.	Leaf
Papaveraceae	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Leaf
Pinaceae	<i>Pinus silvestris</i> L.	Crust
Piperaceae	<i>Piper nigrum</i> L.	Seed
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i> L.	Leaf
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Flower
Primulaceae	<i>Primula vulgaris</i> Hill	Flower
Ramnaceae	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	Root
Ranunculaceae	<i>Nigella sativa</i> L.	Root
Rosaceae	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	Leaf
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Flower, fruit
Rosaceae	<i>Prunus avium</i> L.	Flower stem
Rubiaceae	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Body shell
Rubiaceae	<i>Galium aparin</i> L.	Above ground part
Ruscaceae	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Root
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Root
Solanaceae	<i>Mandragora officinarum</i> L.	Root, fruit
Theaceae	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	Leaf
Theaceae	<i>Thea sinensis</i> L.	Leaf
Thymelaeaceae	<i>Aquilaria agallocha</i> Roxb.	Body
Tiliaceae	<i>Tilia cordata</i> Mill.	Leaf

Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Leaf
Valerianaceae	<i>Valeriana officinalis</i> L.	Root
Zingiberaceae	<i>Alpinia officinarum</i> Hance	Root
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L.	Root
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Root
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i> L.	Above ground part
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Above ground part

Discussion

In this study, as a result of face-to-face interviews with a total of 10 herbalists in Osmaniye center, Kadirli and Düziçi districts between 2023-2024, 86 taxa belonging to 46 families were identified. When the distribution of taxa belonging to the 46 families recorded was examined according to their families, the Lamiaceae family was the most used family with 11 taxa (Table 3). 8 taxa from the Asteraceae, 6 taxa from the Apiaceae and 4 from the Fabaceae families were recorded (Table 3). A similar study was conducted with herbalists in Adana center and 142 taxa plant species were identified (Kayıran and Kırıcı, 2019). In a study conducted in Şanlıurfa center, the most plant species belonging to the Lamiaceae family were identified in herbalists (Önü and Akan, 2020). In a study conducted with Gaziantep herbalists, the most common taxa were those belonging to the Lamiaceae family, which is similar to the results of this study (Yiğit, 2014).

When the 10 most sold plants by herbalists were questioned, the top three plants were determined to be cinnamon, turmeric and ginger, respectively. The fact that these plants are also consumed as food is a factor in their being the best-selling plants. Although some of the plant varieties sold by herbalists are similar, there are also differences. St. John's wort, which is among the most sold plants, is used in the treatment of many diseases. It was determined that sesame, anise, basil, mallow and rosehip were among the top 10 plants sold by only a few herbalists.

It has been determined that customers buy plants from herbalists mostly for health and food consumption. Thyme, mint and turmeric are consumed for food purposes. Herbalists also sell herbal oils for hair and skin care. It has been determined that herbs are also bought for religious beliefs. Harmalaki herb is used as an evil eye repellent. In a study conducted in the Kilis region of Gaziantep province, it was reported that women who cannot have children are fed a paste made from harmala herb with the thought that they will get pregnant. Harmalaki herb is consumed both as incense and food for superstitions (Alptekin and Öz, 2024).

It has been observed that people buy plants from herbalists for almost all diseases. Television programs, advertisements and epidemics have increased people's tendency to herbal treatment. Plants are mostly sold for anemia, constipation, kidney diseases, upper respiratory tract infections and cholesterol disorders. St. John's wort plant is used in the treatment of many diseases such as sleep disorders, hemorrhoids, rheumatism, wound healing and burns. In similar studies, St. John's wort plant is also used as a sedative (Sağiroğlu and Aydın, 2024).

Table 3. Taxon numbers of identified families

Family number	Family name	Taxa	Family number	Family name	Taxa
1	Lamiaceae	11	24	Clusiaceae	1
2	Asteraceae	8	25	Combretaceae	1
3	Apiaceae	6	26	Cucurbitaceae	1
4	Fabaceae	4	27	Equisetaceae	1
5	Brassicaceae	3	28	Ericaceae	1
6	Lauraceae	3	29	Gentianaceae	1
7	Rosaceae	3	30	Ginkgoaceae	1
8	Zingiberaceae	3	31	Linaceae	1
9	Anacardiaceae	2	32	Myrtaceae	1
10	Malvaceae	2	33	Onagraceae	1
11	Oleaceae	2	34	Papaveraceae	1
12	Rubiaceae	2	35	Pinaceae	1
13	Solanaceae	2	36	Piperaceae	1
14	Theaceae	2	37	Platanaceae	1
15	Zygophyllaceae	2	38	Poaceae	1
16	Acoraceae	1	39	Primulaceae	1
17	Alliaceae	1	40	Ramnaceae	1
18	Aquifoliaceae	1	41	Ranunculaceae	1
19	Araliaceae	1	42	Ruscaceae	1
20	Boraginaceae	1	43	Thymelaeaceae	1
21	Cannabaceae	1	44	Tiliaceae	1
22	Caprifoliaceae	1	45	Urticaceae	1
23	Caryophyllaceae	1	46	Valerianaceae	1

Some herbalists said that they had their own herbal mixtures. Disease and plant-based recipes were obtained from herbalists. In Osmaniye herbalists, shepherd's purse and shepherd's collapse plants are used for heart vasodilators, blood pressure lowering and heart diseases. The use of these two plants for similar reasons supports the existing literature (Yigit, 2014). *Viburnum opulus* L., which is used for gallstones and kidney stones, was also used for the same purposes in a similar study (Kökçü et al., 2015). Udi hindi oil is used for upper respiratory tract diseases in herbalists and it is seen that its sales have increased after the Covid-19 outbreak.

Since herbalists sell different products in different seasons, they said that there is not much change in their sales during the year. It has been seen that in addition to medicinal plants, products such as tomato paste, tea, spices and legumes are also sold in herbalists. It has been observed that the reason why sales are partly higher in winter and autumn months is seasonal transitions and upper respiratory tract diseases, which are more common in winter months. In summer, sales are made for beauty and weight loss.

Herbalists mostly procure their products from vendors and intermediaries. Very few collect them themselves and buy imported products. Kara et al. (2021) reported that the majority of drugs sold in herbalists are collected from nature. Irregular collection of plants by local people and herbalists can cause the extinction of plant species. The inability to correctly identify very similar species

due to the insufficient knowledge of the collectors can endanger human health (Tulukçu and Sağdıç, 2011). Most herbalists process the products they buy and sell them. Drying and grinding processes are carried out according to the characteristics of the products. Some herbalists sell without doing any processing. There are herbalists who make their own herbal mixtures.

Herbalists mostly store their products in plastic and glass containers. They also store the products in sacks, bags and boxes depending on their quantity. In studies conducted in other provinces, it has been determined that they are usually stored in sacks and nylon bags (Ötnü and Akan, 2020). One of the herbalists interviewed is a woman. In a study conducted in Kahramanmaraş province, it was reported that all herbalists were male (Koca, 2016). In a similar study conducted in Hatay province, it was stated that the female herbalist rate was 11% (Asil and Taşkın, 2018). In light of these findings, it is observed that the male herbalist rate is higher than the female herbalist rate. There is not much difference in the gender ratio of herbalist customers, and a few herbalists reported that their female customers are slightly more. It was also determined that the age range of the customers is mostly between 35-50. All herbalists reported that their customers come to the herbalist after going to the hospital. Unconscious use of herbs for undiagnosed diseases can endanger human health. People mostly buy herbs to help with treatment. Herbalists stated that they are informed about the current legal status of the herbs sold in their businesses. They also reported that their businesses are inspected by official institutions at least twice a year.

Acknowledge

We would like to thank Osmaniye Korkut Ata University Scientific Research Projects Unit, which contributed to the conduct of this study with the project support coded OKÜBAP-2023-PT2-003.

References

- Asil, H. – Taşkın, S.: 2018. Hatay ilinde tıbbi ve aromatik bitki pazarlayan işletmelerin değerlendirilmesi ve aktarların sosyo-ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), pp. 556–562.
- Başaran, A. A.: 2012. Türkiye'deki Bitkisel İlaçlar ve Ürünlerde Yasal Durum. *MİSED*, 27–28, pp. 22–26.
- Bayramoğlu, M. M.: 2007. Doğu Karadeniz Bölgesinde Tıbbi Bitkilerin Pazarı Üzerine Bir Araştırma. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Bellikci, E.: 2011. Türkiye'de gastrointestinal sistem rahatsızlıklarında başvuru alan tıbbi bitkilerin etki potansiyelleri. Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bodnár, B. – Csabai, J.: 2019. "Füben-fában orvosság" – Gyógynövények gyűjtésének lehetőségére Putnok környékén. *Magyar Mezőgazdaság*, 6(2), pp. 12–13.
- Bulut, G. – Korkmaz, A. – Tuzlacı, E.: 2017. The ethnobotanical notes from Nizip (Gaziantep, Turkey). *Istanbul Journal of Pharmacy*, 47(2), pp. 57–62.
- Csabai, J. – Kolesnyk, A. – Hörsik, Zs. T. – Kolesnyk, O. – Dobránszki, J. – Cziáky, Z.: 2024. A comprehensive study to identify novel active components, amino acids, and antibiotic activity of *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen. *South Western Journal of Horticulture, Biology & Environment*, 15(2), pp. 75–96.
- Demirci Kayıran, S.: 2019. Dioscorides'in *De Materia Medica* adlı eserindeki tıbbi bitkilerin Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki güncel kullanımının araştırılması. *Lokman Hekim Dergisi*, 9(2), 189–202.
- Demirci, S. – Özhatay, N.: 2012. An ethnobotanical study in Kahramanmaraş (Turkey): Wild plants used for medicinal purpose in Andırın, Kahramanmaraş.
- Ersöz, T.: 2012. Bitkisel ilaçlar ve gıda takviyeleri ile ilgili genel yaklaşım ve sorunlar. *MİSED*, 27–28, pp. 9–19.
- Gelse, A.: 2012. Adıyaman ve çevresinin etnobotanik özellikleri. YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Hacıoğlu, Ö.: 2005. *Achillea* (Anthemideae) cinsi Filipendulinae és Santolinoidea şezekcióiba tartozó hét faj illóolaj-kompoziciói és antimikrobiális aktivitása. BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kara, N. – Altıntaş, H. – Şirikçi, B. S. – Gül, M.: 2021. Aktarlardaki bitkisel droglar és használatuk: Isparta példája. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3), pp. 540–546.
- Kayıran, S. D. – Kırıcı, S.: 2019. Adana (Türkiye) aktarlarında tedavi amacıyla satılan bitkisel droglar. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), pp. 183–192.
- Kendir, G. – Güvenç, A.: 2010. Etnobotanik és Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalar üzerine genel bir bakış. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 49–80.

- Keskinbaş, H. – Aka Sağlıker, H.: 2024. Ethnobotanic research in some villages of the districts of Osmaniye. *Fenntartható Tápanyag-gazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája*, Innovatív Megoldások a XXI. Század Mezőgazdaságában, pp. 34–39.
- Keskinbaş, H.: 2023. Osmaniye ilçelerinin bazı köylerinde etnobotanik araştırmalar. OKÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kıran, Ö.: 2006. Kozan yöresi florasındaki tıbbi bitkiler és halk tıbbındaki használatuk. ÇÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Deontológia és Történeti Orvostudomány Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Koca, C.: 2026. Aktarların tüketici profillerinin és satın alma eğilimlerinin belirlenmesi (Kahramanmaraş örneği). KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kolesnyk, A. – Kolesnyk, O. – Leno, Y. – Kosztyuné Krajnyák, E. – Szabó, B. – Höresik, Z. T. – ... – Csabai, J.: 2025(a). Chemotypic plasticity of *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. across elevational gradients in the Ukrainian Carpathians. *Ecologies*, 6(4), 73.
- Kolesnyk, A. – Kryvtsova, M. – Salamon, I. – Kolesnyk, A. – Csabai, J.: 2025(b). A rozmaring (*Salvia rosmarinus* L.) kemotípussai, in vitro szaporítása, valamint az illóolaj biokémiai és antimikrobiális tulajdonságai. *Kertgazdaság*, 57(1), pp. 68–84.
- Kökçü, B. – Esen, O. – Uysal, İ.: 2015. Çanakkale kent merkezindeki aktarlarda satılan tıbbi bitkiler. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3), 80–91.
- Metin, A.: 2009. Mut és çevresinde (Mersin) yetişen bitkilerin etnobotanik özellikleri. SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Ötnü, H. – Akan, H.: 2020. Şanlıurfa'daki eczanelerde és aktarlarda fitoterapi amaçlı satılan bitkiler. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4), pp. 947–965.
- Sağıroğlu, M. – Aydın, D.: 2024. Cumalıkızık és çevresinde (Bursa) etnobotanik bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(4), 758–772.
- Sargın, S. A. – Selvi, S. – Erdoğan, E.: 2013. Alaşehir (Manisa) yöresindeki aktarlarda satılan tıbbi bitkiler és kullanım özellikleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 6(3), pp. 40–45.
- Sarışen, O. – Çalışkan, D.: 2005. Fitoterapi: Bitkilerle tedaviye dikkat. *Sted*, 14(8), 182–187.
- Tulukcu, E. – Sağdıç, O.: 2011. Konya'da aktarlarda satılan tıbbi bitkiler és kullanılan kısımları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(4), 304–308.
- Vehbi, V.: 2014. K.K.T.C.'de aktarlarda satılan tıbbi bitkiler és kullanılan kısımları. Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Lefkoşa.

EFFECTS OF GLOBALIZATION ON MENTAL HEALTH

Ejdane COŞKUN¹ – Ayşe İnel MANAV²

¹ 1PhD, Faculty of Health Sciences, Osmaniye Korkut Ata University, Nursing Department, Osmaniye, Turkey, ejdanecoskun@gmail.com

² Assoc. Prof. Dr., Faculty of Health Sciences, Osmaniye Korkut Ata University, Nursing Department, Osmaniye, Turkey, ayseinel@gmail.com

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.05>

Abstract

Globalization, which refers to a process of change and transformation that concerns everyone worldwide, is defined as a process of integration that brings mutual dependency but is not equal. Globalization is spreading both hope and alarm bells to the world. The main idea behind globalization is free market capitalism. In other words, market forces and competition govern people. Globalization, or the increasing interconnectedness and interdependence of countries, is generally known to involve two interrelated elements. One is the opening of international borders to increasingly rapid flows of goods, services, finance, people and ideas, and the other is changes in institutions and policies that facilitate or encourage such flows at the national and international levels. All of these changes have the potential for both positive and negative impacts on development and health. With the acceleration of globalization, time is shortening, borders are disappearing and a global village is emerging as a result of the shrinking of the world. Millions of people are changing their habits, cultures, thoughts and lifestyles without even realizing it, and are adopting the given idea. This situation reveals that globalization has not only economic, social and cultural dimensions but also psychological ones. With globalization, traditions disappear and ego-identities are renewed. The self is no longer a stable organism with a continuity but begins to define itself in the present, and postmodern identity problems arise. While we cannot imagine a world in which we do not benefit from the blessings of technology due to globalization, it is inevitable that we will be exposed to the social and psychological effects of this situation. The effects of globalization on culture and the results of its psychological reflections can come together with factors such as changes in family values, economic problems, poverty, migration, and demographic changes, as well as direct effects on identity, and can manifest as psychiatric disorders such as addiction and depression. This dominant understanding can override cultural values, change people's needs, first make them compulsory, and then make them addicted. The best example of this is technology addiction. Globalization is causing a cultural transformation and its effects are seen in many areas of life as well as on the mental health of individuals. While mental disorders have increased so much in the global world of our age, our awareness of them and taking action for treatment are insufficient. Therefore, this compilation study aims to examine the effects of globalization on mental health and what should be done in this process.

Key words: Globalization, mental health

Introduction

The term globalization, derived from the English word global, refers to a process of change and transformation that is "worldwide, universally relevant, and holistic in nature" (Koç, 2003). It represents a comprehensive process underlying the social, cultural, and economic transformations that reshape nations, societies, and the global order (Bhat, 2022). In this process of transformation, our perception of time and space is undergoing significant change. With the acceleration and broader dissemination of capitalist practices across the globe, people, information, capital, and technology are flowing in a highly chaotic set of processes that, in one way or another, bring us all together (Friedman, 2008, p. 111; Makszim, 2012). Notably, this

process is marked by profound shifts in identities, subjectivities, and the sense of self (Bhat, 2022)

Globalization resonates across the world with both promises and perils. At its core, the driving idea behind globalization is free market capitalism namely, the governance of people through market forces and competition (Sparke, 2013). It is well recognized that globalization or the increasing interconnectedness and interdependence of nations typically involves two interrelated components. The first is the growing openness of international borders to the accelerated flow of goods, services, finance, people, and ideas. The second involves changes in institutions and policies at both national and international levels that facilitate or promote such flows (WHO, 2025). This isn't just about money or information. People also change how they eat, think, and behave. The way we see health and what we believe about food is shifting too, often without noticing. Old ways fade as global trends take over (Csabai et al. 2022, Blendea et al. 2025). With globalization, core values such as democracy, human rights, freedom, and environmental protection have increasingly acquired a universal character. At the same time, the nation state like governance mechanisms at all levels is being compelled to transform the intense pressure of powerful trends such as democratization, localization, transparency, participation, flexibility, and accountability. Moreover, overarching identity structures such as citizenship identity have increasingly been replaced by diverse ethnic, religious, social, and political identities. Simultaneously, factors such as consumption and popular culture contribute to a process in which societies begin to resemble one another. Globalization, while eroding local identities on the one hand, simultaneously drives significant change on the other. In this process, new technologies have enabled production to expand across vast areas at unprecedented speed and scale. Although technology poses a threat to local cultures, it also provides them with opportunities to establish their own cultural communication and information networks (Kivileim, 2013). According to the logic of globalization, the new individual is no longer a citizen, but rather a consumer connected through the internet or the supermarket who shares the common fate of an undifferentiated humanity (Sayer, 2001). People are more likely to see themselves as consumers today, not just members of a culture or family. And as simple things like eating together or preparing traditional food fade, many lose a sense of connection. That can, over time, make people feel more anxious or even depressed (Dăscălescu et al. 2025; Vasile et al., 2024).

All these changes hold the potential to exert both positive and negative impacts on development and health. As globalization accelerates, time appears to contract, borders become increasingly irrelevant, and the world is transformed into a "global village" as a result of this perceived shrinking of distance. Millions of people, often without even realizing it, adopt the ideas presented to them by gradually altering their habits, cultures, ways of thinking, and lifestyles (Ritzer, 2015). Globalization is a phenomenon that exerts complex effects on health.

These effects are closely related to countries' economies, income distribution, the availability of health and social services, human resources and infrastructure, the quality of education, and the effectiveness of domestic policies. All of these processes influence how individuals perceive their own cultural values as well as the cultures of other regions around the world (Özgüç, 2021). This highlights that globalization is not only an economic, social, and cultural phenomenon, but also one with significant psychological dimensions. The transformation of existing structures can increase stress levels and negatively affect mental health. As traditions fade with globalization, our ego-identities are being redefined and reshaped (Göka, 2003). The self is no longer a stable entity with a sense of continuity; instead, it begins to define itself in the present moment, giving rise to postmodern identity issues (Kula, 2005). Through global communication networks, globalization enables access to new treatments, up to date information, and the technological benefits that constitute one of its most positive aspects producing significant outcomes for individual health (Özgüç, 2021). However, it has become increasingly evident that exposure to the social and psychological impacts of this process is virtually inevitable (Ak & Arıcıoğlu, 2018).

Globalization and Mental Health

When considering not only the economic, social, and cultural but also the psychological dimensions of globalization, it becomes evident that this process manifests itself through the increasing prevalence of psychiatric disorders in developing countries largely as a consequence of the economic injustices driven by globalization (Roberts, 2021). Globalization refers both to the shrinking of the world and to the perception of the world as an integrated whole. On the one hand, it signifies the rise of capitalism and Westernization across the globe; on the other hand, it can also be understood as an attempt by the world's superpowers who control mass media to construct a universal culture (Göka, 2003). We are now truly living in a different world. As services in information, entertainment, communication, electronics, and finance have become the lifeblood of the economy, our lives have increasingly adapted to these dynamics. The innovations brought about by information technologies compel us to view globalization not as something distant or "out there," but as a phenomenon deeply embedded in the "here and now" one that profoundly influences even the most private and personal aspects of our lives, including sexuality, marriage, and family. Advances in transportation technologies have also significantly contributed to increased human mobility across the globe, effectively diminishing the role of geography in our daily lives (Ak & Arıcıoğlu, 2018). As a result, we are witnessing a global transformation in how we perceive ourselves and how we relate to others. Among the various dimensions of globalization, the one that most profoundly impacts mental health is the transformation of cultural life that is, its human dimension (Göka, 2003). Mental health is a state of well-being in which individuals realize their own abilities, can cope with the normal stresses of life, work productively and fruitfully, and contribute to their communities. When considered as a concept, mental health is undeniably intertwined with social events and cultural traditions. The prevalence of mental disorders is closely linked to social, economic, and cultural conditions (Okasha, 2005). The pervasive presence of technology and its byproducts ranging from watching wars unfold in real time from our homes, to following every moment of terrorist attacks occurring in distant parts of the world, to tracking the global impact and management strategies of the COVID-19 pandemic illustrate developments unique to a globalized world. Moreover, technology enables us to witness the hardships experienced by migrants and refugees across the globe, further highlighting how interconnected and immediate our exposure to global crises has become. While it is nearly impossible to imagine a world in which we do not benefit from the advantages of technology, it is equally unavoidable that this reality gives rise to various social and psychological impacts (Ak & Arıcıoğlu, 2018). Arthur Kleinman (2001) argues that globalization celebrated as the global phase of laissez-faire capitalism poses a definitive threat to global mental health. Mental illnesses account for approximately 11.5% of the global burden of disease, with depression alone comprising around 4%. Psychiatric disorders and mental health problems are on the rise worldwide. These issues are reported to occur at twice the rate in affluent societies compared to poorer ones (Kleinman, 2001; Sayar, 2001). The urbanization accelerated by globalization, along with the resulting social isolation, has been associated with mental health disorders such as eating disorders and self-harming behaviors. Furthermore, depression, anxiety, identity crises, and suicide are widely regarded as some of the most significant negative consequences of globalization—both at the individual and societal levels (Özgüç, 2021). The prevalence of depression varies across countries, ranging from a low of 2.3% in Poland to an average of 5.6% of the population in Morocco during the period studied. In the case of anxiety, 2.0% of the population is affected in Vietnam, while the rate reaches 8.7% in New Zealand. It is important to note that prevalence also varies by country group, with average rates of both depression and anxiety being higher in developed economies (López-Villavicencio & Pla, 2019). Mental, neurological, and substance use disorders collectively referred to as psychiatric disorders are prevalent across all regions of the world and affect communities and age groups in every country. Among these conditions, depression is considered to be the most influenced by globalization and has a global prevalence rate of approximately 4% (WHO, MH, 2025). Depressive disorders alone represent the second leading cause of global years lived with disability (YLDs), accounting for 5.6% of all YLDs in 2019 (WHO, 2022). According to the report, the region with the highest

prevalence of depression is Southeast Asia. This highlights the significance of the cultural dimension of globalization. One of the negative outcomes of globalization in this context appears to be the imposition and spread of individualistic cultural norms now increasingly emphasized through global processes which may contribute to rising levels of depression in Eastern societies (Ak & Arıcıoğlu, 2018). It is emphasized that understanding the relationship between culture and depression is crucial for the effective treatment of depression. Cultural factors should also be taken into account in the diagnosis and treatment processes of depressive disorders (White, 2013). The World Health Organization (WHO) has been leading efforts to achieve the objectives of the Mental Health Action Plan 2013–2020, which was adopted by the World Health Assembly in May 2013 and later extended to 2030 at the 72nd World Health Assembly in 2019. It is emphasized that scaling up the treatment of common mental disorders such as depression and anxiety would yield positive outcomes both for public health and for economies. The importance of investing in mental health is strongly highlighted, with the argument that if global targets are to be met, a substantial increase in resource allocation will be necessary (WHO, 2022). Globalization has influenced psychiatry in terms of the prevalence and course of mental disorders. From a cultural perspective, it can enable clinicians to stay informed about psychiatric innovations and facilitate access to novel treatment approaches in psychiatric services across the world (Özgüç, 2021). In summary, globalization affects psychiatry in three main ways:

- Through its impact on individual and collective identity
- Through the influence of economic inequalities on mental health
- Through the dissemination of psychiatric knowledge, shaping psychiatric practices worldwide

Conclusion

In conclusion, the cultural impact of globalization and its psychological repercussions manifest not only through direct effects on identity, but also in combination with factors such as shifts in family values, economic hardship, poverty, migration, and demographic changes. Together, these dynamics can contribute to the emergence of psychiatric disorders such as addiction and depression. This dominant paradigm can override cultural values, reshape human needs by first turning them into necessities, and eventually create forms of dependency. Globalization has led to a cultural transformation, the effects of which are evident in many aspects of life including its impact on individuals' mental health. In today's globalized world, despite the sharp rise in the number of mental illnesses, awareness and action toward treatment remain insufficient. Globalization can undermine psychological resilience by eroding ethnocultural identity a key source of self-esteem, a contributor to social cohesion, and a potential buffer against the effects of racism and discrimination. As distinctive characteristics are lost, it is no longer individual selves but relational selves that emerge. Cultural transformation uproots individuals from the lands and traditions that provide their psychological resilience, while simultaneously expecting them to quickly adapt and take root in new and complex environments. However, human nature does not seem to be fully compatible with the pace and scale of such rapid transformation, which may facilitate the emergence of mental disorders. If globalization has a significant impact on the risk of developing psychological disorders, then additional mechanisms are needed to protect mental health throughout the globalization process. In response to the challenges caused or accentuated by globalization, it is essential to address issues in psychiatric education, service delivery, and social policy, and to place greater emphasis on transcultural psychiatry within mental health curricula. Recognizing the impacts of globalization can contribute to the development of appropriate mental health policies. Moreover, respecting human rights does not require financial resources. The most effective way to ensure respect for human rights on a global scale is to increase awareness and implementation of the United Nations principles concerning individuals with mental disorders. The globalization of mental health services requires greater research on the psychological variables that influence mental illness, the establishment of more

effective psychosocial intervention frameworks for both developing and developed countries, and a more equitable distribution of global resources.

References

- Ak Ö., K. – Arıcıoğlu, M. A.: 2018. Küreselleşmede kültürel geçişler ve psikolojik yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 8(14), pp. 578–598.
- Bhat, M. A.: 2022. Globalisation and mental health disorders among young people: highlights from India and China. *Social & Cultural Development in India*, 1, pp. 81–96.
- Blendea, L. – Miler, A. A. – Csabai, J. – Trifan, A. – Gurzu, I. L. – Novac, B. – Novac, O. – Dacia Petroaie, A. – Balmus, I. M. – Timofte, D. V.: 2025. From Traditional Medical Patterns to Artificial Intelligence: The Applicability of Digital Biomarkers in Reinventing Personalised Nutrition. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 16(1 Sup1), 179–192.
- Csabai, J. – Szabó, B. – Krajnyák, E. K. – Berta, O. S. – Hörsik, Z. T.: 2022. The current state of vegetarianism in Hungary, its possible effects on the agricultural structure and the food system. *South-Western Journal of Horticulture, Biology & Environment*, 13(1).
- Dăscălescu, G. – Kolesnyk, A. – Hörsik, Z. T. – Krajnyák, E. K. – Szabó, B. – Nagy, T. M. Gy. – Irinyiné Oláh, K. – Novac, B. – Dacia Petroaie, A. – Ciobica, A. – Kantor, C. – Csabai, J.: 2025. Educational and Socio-Economic Determinants of Plant-Based Diet in Romania: A Preliminary Analysis. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 16(1 Sup1), 293–301.
- Friedman, J.: 2008. Global Systems, Globalization, and Anthropological Theory. [In: Rossi, I. (ed.) *Frontiers of Globalization Research: Theoretical and Methodological Approaches*.] Springer, New York.
- Göka, E.: 2003. Küreselleşme ve Ruh Sağlığı. [In: Kaya, B. – Ünal, S. (eds.) *Küreselleşme ve Psikiyatri*.] Birinci Baskı, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, pp. 179–188.
- Kıvılcım, F.: 2013. Küreselleşme kavramı ve küreselleşme sürecinin gelişmekte olan ülke Türkiye açısından değerlendirilmesi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(1), 219–230.
- Kleinman, A.: 2001. A psychiatric perspective on global change. *Harvard Review of Psychiatry*, 9(1), 46–47.
- Koç, M.: 2003. Küreselleşmenin Sosyolojik Boyutları. [In: Kaya, B. – Ünal, S. (eds.) *Küreselleşme ve Psikiyatri*.] Türk Tabipleri Birliği Yayınları, pp. 50–62.
- Kula, N.: 2005. Küreselleşme, ruh sağlığı ve din. *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, 5(3), pp. 7–30.
- López-Villavicencio, A. – Pla, M. C.: 2019. The Mental Health Consequences of Globalization. University of Paris Nanterre, *EconomiX*, pp. 1–26. HAL Id: hal-04141856.
- Makszim, Gy.: 2012. Analysis of disparities in economic development and its reasons. *Kommunikáció Média Gazdaság*, 10, 67–78.
- Okasha, A.: 2005. Globalization and mental health: a WPA perspective. *World Psychiatry*, 4(1), 1.
- Özgüç, S.: 2021. Küreselleşme ve Ruh Sağlığı. [In: Tanrıverdi, D. (ed.) *Farklı Yönleriyle Ruh Sağlığı ve Psikiyatri Hemşireliği*.] Çukurova Nobel Tıp Kitabevi, Ankara, pp. 343–350.
- Ritzer, G.: 2015. Küresel Dünya. (Ford.: Pekdemir, M.) Ayrıntı Kiadó, İstanbul, pp. 296–313.
- Roberts, M. T.: 2021. Globalization and neoliberalism: structural determinants of global mental health? *Humanity & Society*, 45(4), 471–508.
- Sayar, K.: 2001. Küreselleşmenin psikolojik boyutları. *Yeni Symposium*, 39(2), 79–94.
- Sparke, M.: 2013. Introducing globalization: ties, tension, and uneven integration. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, West Sussex, UK, pp. 1–26.
- Vasile, A. – Ciobica, A. – Kamal, F. Z. – Mavroudis, I. – Plăvan, G. – Selamoglu, Z. – Boufahja, F. – Csabai, J.: 2024. Latest Developments on the Connections Between Diet and Most of the Neuropsychiatric Disorders. *Buletin de Psihiatrie Integrativa*, 30(2), pp. 105–119.
- White, R.: 2013. The globalisation of mental illness. <https://thepsychologist.bps.org.uk/volume-26/edition-3/globalisation-mental-illness>. Access date: 10.06.2025.
- World Health Organization: 2025. Globalization and health. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/globalization-and-health>. Access date: 20.05.2025.
- World Health Organization: 2025. Mental Health. https://www.who.int/mental_health/mhgap/en/. Access date: 10.06.2025.
- World Health Organization: 2022. *World Mental Health Report: Transforming Mental Health for All*. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/356119/9789240049338-eng.pdf>. Access date: 10.06.2025.

A 2022-ES ÉV VIRÁGZÁSKORI IDŐJÁRÁSÁNAK HATÁSA A BAB TERMÉSMENNYISÉGÉRE ÉS TERMÉSELEMEIRE

GYÖRGYI Gyuláné¹ – SIPOS Tamás¹ – TÓTH Gabriella¹ – IRINYINÉ OLÁH Katalin²
– HENZSEL István¹

¹ Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6.
gyorgyine@agr.unideb.hu

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b
olah.katalin@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.06>

Bevezetés

A bab fontos fehérje-, rost- és szénhidrátforrás. 26%-os átlagos fehérjetartalmával az állati eredetű fehérjék helyettesítésére is alkalmas (Sathe, 2002). Lisztje lizinben gazdag, amely az egyéb gabona lisztekhez keverve azok minőségét javítja (Kádár 2005, Hoxha 2020).

A bab ökológiai érzékenysége magas, alkalmazkodóképessége viszont alacsony. A fagyot nem bírja, már 5 °C alatt károsodik a növény. Termésmennyiségét a virágzás alatti hőmérséklet, valamint a tenyészidő alatt a csapadék mennyisége és eloszlása jelentősen befolyásolja. Az éghajlat változása olyan fajták nemesítését teszi szükségessé, amelyek adott termesztési körülmények között is biztonságosan és gazdaságosan termesztethetők. Az előrejelzések szerint a klímaváltozás hatására a Föld babtermő területe a felére esik vissza, veszélyeztetve 400 millió ember táplálékellátását (II).

Irodalmi áttekintés

Hazánk az 1900-as évek elején-közepén jelentős szárazabb termőtájakkal rendelkezett, ahol jól bevált tájfajtákat termesztettek, melyeknek nagy előnye volt, hogy adott vidék termesztési körülményeihez jól alkalmazkodtak (Már és Juhász, 2003). A babfajták adott ökológiai környezetben történő termesztésének felmerülésekor a fajták származását is figyelembe veszik (Acosta-Quezada et al. 2022, Mohammed és Feleke 2022, Stokstad 2015, King 2023). Nagy hőstressznek kitett területeken olyan fajtákat igyekeznek termesztésbe vonni, melyeknek tenyészideje rövid, 60-90 nap között van (II). A hőtűrő babok termesztetőségének kutatásában a Pánafrikai Babkutató Szövetség (PABRA) is jelentős munkát végez (I2).

A jól alkalmazkodó tájfajták termesztése mellett a másik lehetőség az, hogy nagyobb stressztűrőképességgel rendelkező fajtákat nemesítsünk. Alvaro Mejia-Jimenez közönséges babot keresztezett tepary babbal, amely képes az ideálistól jóval magasabb hőmérsékleten is termést hozni (Mejia-Jimenez et al. 1994). Hibridjeivel végzett kísérletek igen biztatóak (Charles, 2015). A bab termékenyüléséhez 65% feletti relatív páratartalom szükséges. A virágzáskori hőmérséklet optimuma 20-25 °C, a tenyészideje alatti vízigénye 300-400 mm (Nagy 2006, Tóth 1979). Ettől jelentősen eltérő értékek csökkentik a termés mennyiségét. A mag mérete, a termésmennyiség és annak minősége szintén függ az ökológiai tényezőktől. Muasya et al. (2008) vizsgálatuk során megállapították, hogy a magas hőmérséklet jobban rontotta a vetőmag minőségét, mint a kevés csapadék. Az alacsony maghozamot, vagy kis tömegű magvakat eredményező termesztési körülmények a magvak csírázóképeségét rontották. A termésmennyiség alakulásánál meghatározó a növényenkénti hüvelyszám, melynek korrelációs együtthatója magas. (Szakolczay, 1980). Öntözés hatására nő a virágok száma, a hüvelyszám és a hüvelytömeg (Blackwall, 1969). Kádár (2005) a termésképzés szempontjából döntőnek tartotta a virágzáskori csapadék és hőmérsékleti értékeket. Monterrosol és Wien (1990) kimutatta, hogy a bab a virágzás előtti 6 napban a legérzékenyebb a hőstresszre. A túl magas nappali hőmérséklet mellett a túl magas éjszakai hőmérséklet is virág-, és hüvelylugást okoz (Konsens et al. 1991), melyet az alacsonyabb pollenéletképesség és a bibe működési zavarainak együttes fennállása eredményez (Gross és Kigel, 1994).

Dolgozatunkban a Debreceni Egyetem, AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet génanyagai közül az aszályos 2022-es évben kitermesztett 19 genotípus termésmennyiségének és terméslemeinek alakulását mutatjuk be. A bab megtermékenyülését és hüvelyképződését az időjárás erősen befolyásolja, ezért a virágzáskori időjárási körülményeket részletesebben ismertetjük. Elemeztük a virágzás időszakának hőmérsékletét, csapadékösszegét és páratartalmát. Vizsgáltuk, hogy mely terméslemez alakították leginkább a termésmennyiséget és ezáltal mely fajták termesztethetők sikerrel öntözetlen körülmények között, amelyek elviselik a 2022-es évhez hasonló nagyfokú aszályt és magas hőmérsékletet.

Anyag és módszer

2022-ben Nyíregyházán laza, enyhén lúgos kémhatású homoktalajon állítottuk be kísérletünket, melynek humusztartalma 1,9%, $pH_{(H_2O)}$ értéke 7,97 és Arany-féle kötöttségi száma 32 volt. 19 genotípust vizsgáltunk, melynek egy részét 2005-ben a tápiószelei Növényi Diverzitás Központ biztosította számunkra. A vizsgált vonalak között tarka, színes és fehér magvú genotípusok szerepeltek.

A 2x3 m-es parcellákból 3x 0,25m²-es mintatereket dolgoztunk fel. A kezdetben aszályos, majd később csapadékosra váló időjárás hatására az érés elhúzódó volt, másodvirágzás történt, ezért a hüvelyek szedése folyamatos volt. Az augusztus eleji szedésnél a tövenkénti hüvelyek számát, mintaterekenként 10 hüvely hosszát és a magvak fejlettségét vizsgáltuk. Megkülönböztettünk jól fejlett, fejletlen magvakat és mag kezdeményeket. A hüvelyhosszúságoknál a következő intervallumokat alkalmaztuk: 1=2,9 cm alatt, 2=3-4,9 cm, 3=5-7,9 cm, 4=8-9,9 cm és 5=10 cm felett. A későbbi szedéseknél tövenkénti hüvelyszámot és a magszámot vizsgáltuk. Megmértük az ép magvak súlyát, melyből ezermagtömeget számítottunk. A hektáronkénti termést a parcellatermésekből számítottuk. Vizsgáltuk a hüvelyszám, ép magszám, tövenkénti magsúly, ezermagtömeg, valamint a hüvelyenkénti ép magvak számának kapcsolatát. A kiértékelést elvégeztük augusztusi szedési idő adataival, valamint később hozzáadva a 4 későbbi szedés adatait. A kiértékelést az SPSS programcsomag leíró statisztikájával és a Person-féle korrelációval végeztük el. A kevés mag miatt az ezermagtömeg számításához súlyozott átlagot használtunk.

Eredmények és értékelésük

Időjárási jellemzők a virágzás alatt

Az első virágzási idő jún. 20 – júl. 04. közé esett, időtartama 15 nap volt. A második virágzási idő aug. 05 – szept. 01-ig (28 napig) tartott.

Virágzáskor a megfelelő termékenyüléshez minimum 65% relatív páratartalomra van szükség. A 65% feletti relatív páratartalmú órák száma az első virágzás alatt a teljes virágzási idő 50%-a, míg a második virágzáskor 69%-a volt, amely a megtermékenyítés körülményeit mindkét esetben kedvezően befolyásolta (1. táblázat). A kedvező páratartalmú időszak az első virágzáskor átlagosan 12 óra/nap volt, mely a második virágzási időben 17 óra/napra emelkedett.

A hőségnapok (30 °C felett) száma a 15 napos első virágzási időszakban 11 nap volt, melyek közül 10 hőségnap egymást követte. Ez a hosszú hőség jelentős stresszt jelentett a babnövények fejlődésében és termékenyülésében. A 30 °C feletti hőmérsékletű órák aránya az első virágzási időszak alatt 26% volt, naponta ez átlagban 6 órát jelentett. A 28 napig tartó második virágzási időszakban a hőségnapok száma 15, melynél a leghosszabb egymást követő hőségnapok száma 8 volt. A második virágzási időszakban a 30 °C feletti órák aránya 12%, amely napi szinten átlagosan 3 óra volt, mely az első virágzáshoz képest fele időtartamot jelentett naponta.

A bab megtermékenyülésénél az optimális hőmérséklet felső értéke 25 °C. Az első virágzási időszak óráinak 50%-a volt 25 °C felett. Naponta átlagosan ez 12 órás időintervallumot jelentett és a virágzási időszak minden egyes napjára jellemző volt. A második virágzási időszakban ez az érték 38% volt, napi átlagban ez 9 órát fedett le.

Az első virágzási idő utolsó 7 napjának napi középhőmérséklete végig 25 °C felett volt, amely egy 7 napos hőhullámnak felelt meg. A 2. virágzási időben ez a hőérték 6 napot érintett, ebből 4 egymást követő nap volt.

Megállapítottuk, hogy a 2. virágzási idő alacsonyabb hőmérséklete és magasabb relatív páratartalma kedvezőbb volt a megtermékenyítés szempontjából és a virágzási ideje is hosszabb volt.

1. táblázat. A virágzási időszakok hőmérséklet és relatív páratartalom adatai (Nyíregyháza, 2022)

	Időtartam (nap)	65% feletti relatív páratartalmú órák aránya (%)	30 °C feletti		25 °C feletti	
			órák (%)	érintett napok száma	órák (%)	érintett napok száma
1. virágzási idő	15	50	26	11 (73%)	50	15 (100%)
2. virágzási idő	28	69	12	15 (54%)	38	6 (21%)

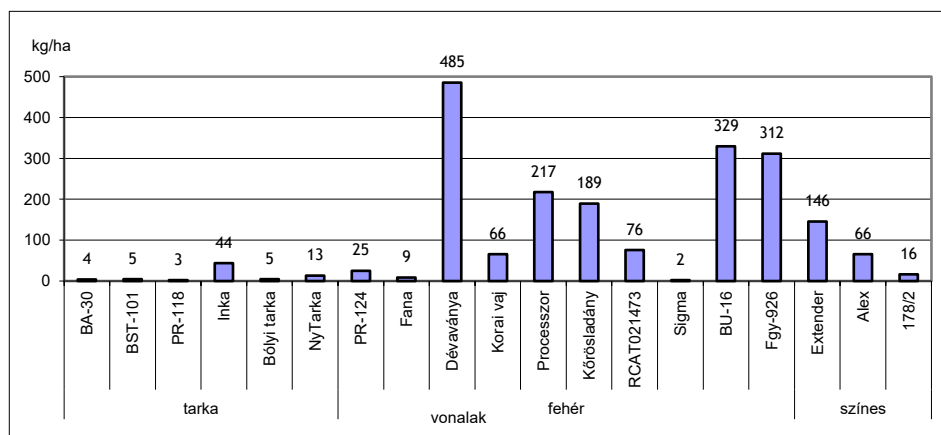
Megjegyzés: 100%= a teljes virágzási időszak órái

A tenyészidő alatt 238 mm csapadék hullott. Eloszlása nem kedvezett a generatív folyamatoknak. Májusban 4 mm, június elején 22 mm csapadék hullott, azonban a virágzás előtt és alatt nem volt csapadék. Július vége felé 35 mm eső esett, amely elindította a 2. virágzást és az augusztusban hullott 20 mm csapadék tovább segítette a magképződést.

Azok a genotípusok, amelyek virágzása jún. 23-27 között kezdődött, azok nem, vagy csak minimális mennyiséget teremtek. Ebben az időszakban több olyan nap volt, amikor a hőmérséklet meghaladta a napi 25, illetve 30 °C-ot, a relatív páratartalom pedig 65% alá csökkent. Ezek az értékek a megtermékenyülést és a magvak fejlődését erősen akadályozták. A 65% feletti relatív páratartalmú órák száma a hőszénapok (30 °C<), illetve a termékenyülési optimum feletti (25 °C <) hőmérsékletű órák számával negatív irányban, közepes erősséggel 1%-os szignifikancia szinten korrelált ($r = 0,559^{**}$; ill. $r = 0,671^{**}$).

A hektáronkénti termésmennyiség alakulása

Az öt legnagyobb termést adó fajta fehér magszínű volt. A Dévaványa tájfajta teremt a legtöbbet (485 kg/ha), majd a BU-16 (329 kg/ha), a Fgy-926-os (312 kg/ha), a Processor (217 kg/ha) és a Körösladány (189 kg/ha) követett (1. ábra). A többi fehér, illetve színes és tarka magvú fajták termésmennyisége ilyen időjárási körülmények között minimális volt.



1. ábra. A génanyagok hektáronkénti termésmennyisége (kg/ha)

A termésmennyiség kapcsolata a hüvelyhossz arányával, a hüvelyenkénti ép magszámmal és az összes hüvelyszámmal

Adott időjárási körülmények között nagyobb termést adó fajtáknak (Dévaványa, BU-16, Processor, Kőrösladány) legalább 50% volt a 8 cm-től hosszabb hüvelyek aránya és ezekben a hüvelyekben található magvak száma 2-3 db között változott. A Fgy-926 esetében a 8 cm-nél hosszabb hüvelyek aránya 37%, azonban ezekben átlagosan 4,5 mag volt (2. ábra). Ezeknek a genotípusoknak a 3x 0,5x0,5m²-ről szedett összes hüvelyszáma az augusztusi idejű szedéskor 20 és 79 db között volt (2. táblázat). A BU-16 vonal termésének a jelentős része a második virágzási időben fejlődött ki. A jól termő vonalak összes hüvelyszáma a szedési idők alatt 60-115 db között volt a három mintaterben. A tarka és a színes magvú fajták összes hüvelyszáma a mintaterekben 18 db alatt volt, amely kevés termést eredményezett.

A nagyobb termésmennyiség eléréséhez nagyarányú hosszú hüvelyekre, ezekben több jól fejlett magszámmra és összességében nagyszámú hüvelyre volt szükség.

2. táblázat. A fajták hüvelyszám összege a 3x 0,25m²-es mintaterületekről (Nyíregyháza, 2022)

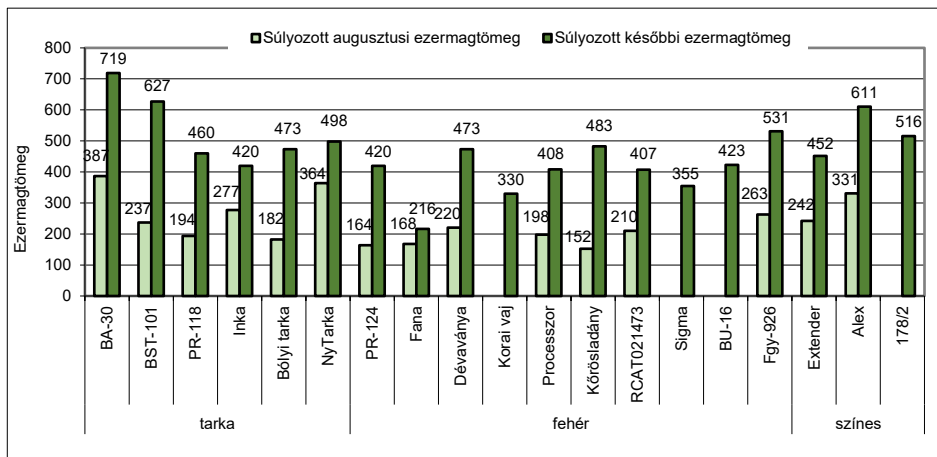
Magszín	Genotípus	Szedési időpont		Összes hüvelyszám
		augusztus	későbbi	
tarka	BA-30	1	0	1
	BST-101	1	2	3
	PR-118	2	0	2
	Inka	0	5	5
	Bólyi tarka	4	1	5
	Nyíregyházi Tarka	0	7	7
fehér	PR-124	31	1	32
	Fana	36	0	36
	Dévaványa	79	26	105
	Processor	45	24	69
	Kőrösladány	51	32	83
	RCAT021473	37	11	48
	BU-16	20	40	60
	Fgy-926	65	50	115
színes	Extender	11	6	17
	Alex	13	2	15
	178/2	0	8	8

Ezermagtömeg alakulása

A genotípusok többségében az ezermagtömeg jelentősen nagyobb volt a későbbi betakarítási időben, mint az augusztusi szedési időben. A tarka magvú fajták ezermagtömege az augusztusi szedés alkalmával a kisebbtől a közepes méretűig terjedt (182-387 g) (3. ábra). A későbbi szedések során a magvak ezermagtömege elérte a 420-719 grammot is. A fehér magvú fajták az augusztusi szedés során kis ezermagtömeggel rendelkeztek (152-220 g), amely a későbbi szedések alkalmával közepes vagy nagy méretűre váltott (216-483 g). A színes magvú fajták az augusztusi szedéskor közepes méretű ezermagtömeggel rendelkeztek (242-331 g), amely később 452-611 g-ra emelkedett.

A két betakarítási idő közötti legnagyobb ezermagtömeg-növekedést a Kőrösladány vonalnál tapasztaltunk (318%), majd a BST-101 (261%), PR-124 (256%) és a Bólyi tarka (260%) vonalaknál. Az ezermagtömeg növekedése a PR-118 esetében 237%, Dévaványa tájfajtnál 215%, és a Processor fajtánál 206% volt.

A fajtára jellemző ezermagtömeg az augusztusi szedési időben volt.



3. ábra. Génanyagok ezermagtömege az augusztusi és a későbbi szedések esetén (Nyíregyháza, 2022)

A hektáronkénti termésmennyiség és a terméselemek korrelációja

A hektáronkénti termés az augusztusi és a későbbi szedésekben a tövenkénti és az összes hüvelyszámmal szignifikánsan korrelációt mutatott. Az augusztusi szedési időnél a tövenkénti hüvelyszámmal pozitív, erős ($0,774^{**}$), a későbbi szedési idők esetében közepes ($0,646^{*}$) korrelációt igazoltunk. A hektáronkénti termés kapcsolata az összes hüvelyszámmal mindkét esetben pozitív és erős volt ($0,885^{**}$ és $0,872^{**}$). A tövenkénti hüvelyszám és a parcellánkénti összes hüvelyszám növekedése a hektáronkénti termésmennyiség növekedését vonta maga után. A hüvelyszám emelkedésével a jól fejlett magvak összes száma, azok tövenkénti magsúlya nőtt, korrelációs együtthatója az ép magvak számával ($0,873^{**}$) és a tövenkénti magsúllyal ($0,803^{**}$) erős kapcsolatot mutatott. A hüvelyszám és a hüvelyenkénti ép magvak száma között pozitív, gyenge kapcsolatot igazoltunk ($0,240^{*}$), a hüvelyszám növekedésével az ép magvak száma nőtt. A későbbi szedés adataival bővítve a kiértékelést, a hüvelyszám és a hüvelyenkénti ép mag kapcsolata közepes erősségűre nőtt ($0,405^{**}$).

Az ép magvak számának növekedésével a tövenkénti magsúly nőtt, korrelációjuk igen erős, pozitív ($0,968^{**}$) volt. A hüvelyenkénti ép magvak számának növekedésével az ép magvak darabszáma nőtt, korrelációs együtthatójuk közepes, augusztusi szedésnél $0,584^{**}$, későbbi szedés adatait is figyelembe véve $0,724^{**}$ volt. A hüvelyenkénti ép magvak számának emelkedésével a tövenkénti magsúly is nőtt, korrelációjuk közepes mértékű ($0,598^{**}$) volt.

Ezermagtömeg esetében szignifikáns kapcsolatot a későbbi szedés adatait is tartalmazó kiértékelésnél igazoltunk. Az ezermagtömeg növekedésével a tövenkénti magsúly nőtt, kapcsolatuk gyenge korrelációt mutatott ($0,332^{**}$). Gyenge kapcsolatot igazoltunk a hüvelyenkénti ép magvak száma és az ezermagtömeg között ($0,243^{*}$). A hüvelyenkénti ép magvak számának növekedésével az ezermagtömegük is nőtt.

Következtetések

A babtermést a 2022. aszályos évjárat rendkívül csökkentette mindegyik vizsgált genotípus esetében, amelyek eltérő módon reagáltak. Adott év abban is eltért a szokásostól, hogy a bab virágzásának leállása után a július végi csapadék a bab másodvirágzását eredményezte, mely során a kötött hüvelyek egy részét be tudta érlelni. A babtermés öntözetlen kísérletünkben nagyon kicsi, $0,5$ t/ha volt.

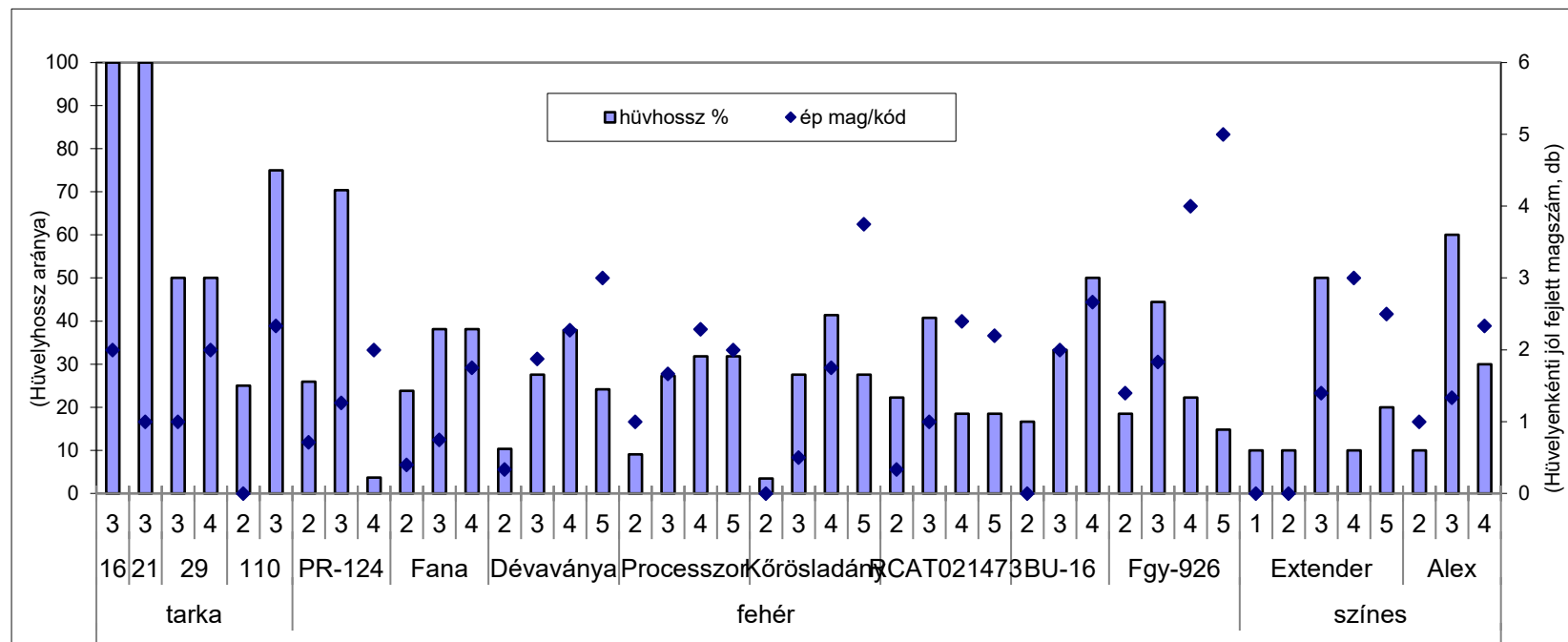
A termést leginkább a növényenkénti hüvelyszám, a hüvelyhossz aránya és a hüvelyenkénti ép magvak száma befolyásolta. A termésmennyiségre az ezermagtömeg változása kisebb hatással volt, mint a többi terméselem.

Vizsgálatunk alapján a fehér magvú génanyagok többsége nagyobb termést adott, mint a színes, vagy a tarka genotípusúak. Ezek a vonalak kedvezőtlen időjárás esetén is jobban tudták a fajtára jellemző tulajdonságokat realizálni, amely nagyobb fokú alkalmazkodóképességet feltételez. A vizsgált fajták közül a hőstressztűrő-képesség fokozására keresztezési szülőpartnernek a Dávaványa, BU-16, Fgy-926-os, Processor és Körösladány génanyagokat ajánljuk. Fontosnak tartjuk a genotípusokat termőhely szerint is vizsgálni, hogy adott termesztési feltételek között mennyire termeszthetők sikeresen.

Összefoglalás

A bab ökológiaiailag igen érzékeny növény és ez társulva az igen magas hőmérséklettel, valamint a csapadék intenzitásának és eloszlásának kedvezőtlen megnyilvánulásával, termesztése kifejezetten kockázatosná válik öntözetlen körülmények között, mint azt a 2022-es évben is tapasztalhattuk. A Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében megközelítőleg 100 db különböző bab genotípus fenntartását végezzük. 2022-ben 19 vonalat/fajtát vetettünk vissza homoktalajon, öntözetlen termesztési körülmények között, melyek között fehér, színes és tarka babok szerepeltek. Jelen publikációban a virágzáskori időjárási körülmények, valamint a termésmennyiség és terméselemek kapcsolatának bemutatása volt a cél, választ keresve arra, hogy milyen tulajdonságokkal rendelkező vonalak képesek ilyen extrém időjárási feltételek között teremni. Az extrém száraz és meleg 2022-es évben azok a fehér magvú genotípusok teremték jobban, amelyeknek 50% felett volt a 8 cm-nél hosszabb hüvelyek aránya, bennük 2-3 ép maggal, vagy 37%-os arány esetén átlagosan 4,5 hüvelyenkénti magszámmal rendelkeztek és hüvelyszámuk magas volt. A termésmennyiséget legerősebben a növényenkénti hüvelyszám és a jól fejlett magvak száma határozta meg.

Kulcsszavak: bab, *Phaseolus vulgaris*, termőképesség, klímaváltozás



2. ábra. Hüvelyhossz arányok és a hüvelyenkénti jól fejlett magvak számának alakulása (Nyíregyháza, 2022)

Megjegyzés: A hüvelyhosszúságok kódjai: 1=2,9 cm alatt, 2=3-4,9 cm, 3=5-7,9 cm, 4=8-9,9 cm és 5=10 cm felett.
A 16-os vonal a BA-30; 21-es vonal a BST-101; 29-es vonal a PR-118 és a 110-es vonal a Bólyi tark

Irodalom

- Acosta-Quezada, P. G. – Valladolid-Salinas, E. H. – Murquincho-Chuncho, J. M. – Jadán-Veriñas, E. – Ruiz-González, M. X.: 2022. Heterogeneous effects of climatic conditions on Andean bean landraces and cowpeas highlight alternatives for crop management and conservation. *Sci Rep.*, 2022, 12, 6586 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10277-x>
- Mejía-Jiménez, A. – Muñoz, C. – Jacobsen, H. J. – Roca, W. M. – Singh, S. P.: 1994. Interspecific hybridization between common and tepary beans: increased hybrid embryo growth, fertility, and efficiency of hybridization through recurrent and congruity backcrossing. *Theoretical and Applied Genetics*, 1994, 88, pp 324–331. <https://doi.org/10.1007/BF00223640>
- Nagy J.: 2006. A zöldségtermesztő mester könyve. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp 152–155.
- Tóth T.: 1979. A bab és a lencse termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp 42–46; 90.
- Már I. – Juhász A.: 2003. A tájtermesztésben hasznosítható bab (*Phaseolus vulgaris* L.) egyensúlyi populációk agrobotanikai vizsgálata. *Acta Agraria Debreceniensis*, 2003, 10, pp 148–152. <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/10/3484>
- Mohammed, A. – Feleke, E.: 2022. Future climate change impacts on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) phenology and yield with crop management options in Amhara Region, Ethiopia. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2022, 3 (1), 29. <https://doi.org/10.1186/s43170-022-00103-9>
- Stokstad, E.: 2015. Heat-beating beans resist climate change Newly tested varieties show promise in surviving higher temperatures. *Science*, 2015, 347(10.1126) <https://www.science.org/content/article/heat-beating-beans-resist-climate-change>
- King, E.: 2023. East Africa: Beans and climate change <https://iapps2010.wordpress.com/2023/01/13/east-africa-beans-and-climate-change/>
- Charles, D.: 2015. Meet The Cool Beans Designed To Beat Climate Change <https://www.npr.org/sections/thesalt/2015/03/25/395096885/meet-the-cool-beans-designed-to-beat-climate-change>
- Kádár I.: 2005. A műtrágyázás hatása a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) termésére és elemfelvételére. [In: Rajkai K. (szerk.) *Agrokémia és Talajtan 54.* (1-2), pp 93–104.] Akadémiai Kiadó, Budapest. <https://core.ac.uk/download/pdf/227753253.pdf>
- Szakolczay I.: 1980. Zöldbabfajták fenológiai, morfológiai és gazdasági jellemzőik, valamint ezek évenkénti alakulásának vizsgálata. (Diplomadolgozat)
- Muasya, R. M. – Lommen, W. J. M. – Muui, C. W. – Struik, P. C.: 2008. How weather during development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) affects the crop's maximum attainable seed quality. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 2008, 56 (1-2), pp 85–100. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(08\)80018-8](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(08)80018-8)
- Blackwall, F. L. C.: 1969. Effects of weather, irrigation, and pod-removal on the setting of pods and the marketable yield of runner beans (*Phaseolus multiflorus* Willd.). *Journal of Horticultural Science*, 1969, 44 (4), pp 371–384. <https://doi.org/10.1080/00221589.1969.11514320>
- Konsens, I. – Ofir, M. – Kigel, J.: 1991. The effect of temperature on the production and abscission of flowers and pods in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annals of Botany*, 1991, 67 (5), pp 391–399. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088173>
- Monterroso, V. A. – Wien, H. C.: 1990. Flower and pod abscission due to heat stress in beans. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1990, 115 (4), pp 631–634. <https://doi.org/10.21273/JASHS.115.4.631>
- Gross, Y. – Kigel, J.: 1994. Differential sensitivity to high temperature of stages in the reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 1994, 36 (3), pp 201–212. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)90112-0](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)90112-0)

Internetes hivatkozások

- I1: <https://www.cgiar.org/news-events/news/super-beans-for-a-climate-stressed-world/>
I2: <https://ciat.cgiar.org/pabra/>

THE EFFECT OF THE WEATHER DURING FLOWER IN 2022 ON YIELD AND YIELD ELEMENTS OF DRY BEAN

Andrea Györgyiné Kovács¹, Gabriella Tóth¹, Katalin Irinyiné Oláh², Tamás Sipos¹,
István Henzsel¹

¹University of Debrecen, IAREF, Research Institute of Nyíregyháza, H-4400 Nyíregyháza,
Westsik V. Str. 4-6.

gyorgyine@agr.unideb.hu

²University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

olah.katalin@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.07>

Summary

The bean is an ecologically sensitive plant, and this combined with extremely high temperature and the unfavourable intensity and distribution of precipitation makes its cultivation especially risky in unirrigated conditions, as we experienced in 2022. In the Research Institute of Nyíregyháza IAREF University of Debrecen more, than 100 different bean genotypes are reserved. 19 different bean breeding lines/varieties (including white, coloured and variegated beans) were sown on sandy soil non-irrigated growing conditions in 2022. The aim of our study is to present the relationship between weather conditions of flowering and yield and characteristics. We are looking for line characteristics that predict yields during these extreme weather conditions. We can conclude that those white-seeded genotypes produced better which pods had more as 50% of pod lengths were more than 8 cm with 2-3 well-developed seeds or 37% of more than 8 cm pod lengths with 4.5 well-developed seeds per pod on average and had higher pod numbers. The yield was influenced the strongest by the pod numbers per plant and well-developed seeds.

Keywords

bean, *Phaseolus vulgaris*, yield traits, climate chan

MIKROBIÁLIS KÖZÖSSÉGEK SZEREPE A MODERN SZENNYVÍZTISZTÍTÁSBAN: ÁTTEKINTÉS ÉS PERSPEKTÍVÁK

HALÁSZ Judit

Nyíregyházi Egyetem Környezet- és Természettudományi Intézet, Biológia Intézeti Tanszék, H-4400 Nyíregyháza
Sóstói út 31/b, e-mail: halasz.judit@nye.hu

Bevezetés

A globális vízválság és az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások következtében a szennyvíztisztítás szerepe kiemelt jelentőségűvé vált. A városi, ipari és mezőgazdasági szennyvizek kezelése során nemcsak a szerves anyagok, hanem a tápanyagok, mikroszennyezők és kórokozók eltávolítása is alapvető célkitűzés. E folyamatok sikeres megvalósítása túlnyomórészt mikroorganizmusok anyagcsere-tevékenységére épül.

A szennyvíztisztító rendszerek mikrobiális közösségei bonyolult ökológiai hálózatokat alkotnak, amelyek szoros kapcsolatban állnak a technológiai paraméterekkel és az eltávolítási hatékonysággal. Az omikai technológiák – különösen a metagenomika – fejlődése új lehetőségeket nyitott a közösségek pontosabb megismerésére, az irányított mikrobiális folyamatok fejlesztésére és a közegészségügyi kockázatok feltárására (Jankowski et al., 2022; Silvester et al., 2025).

A szennyvíztisztítás biológiai szakasza kulcsszerepet játszik a vízminőség fenntartásában és a környezeti terhelés csökkentésében. Az elmúlt évtizedekben jelentős előrelépések történtek a mikrobiális közösségek szerkezetének és működésének megismerésében, amely lehetővé tette a szennyvíztisztító rendszerek hatékonyabb és fenntarthatóbb üzemeltetését. Az áttekintő cikk célja, hogy bemutassa a szennyvíztisztításban részt vevő mikroorganizmusok szerepét, a lebontási folyamatokat, a különböző technológiai rendszerek mikrobiológiai vonatkozásait, valamint a modern metagenomikai és monitorozási módszereket. A tanulmány külön figyelmet fordít az aktuális kihívásokra, mint az antibiotikum-rezisztencia, a mikroszennyezők eltávolítása, az energiahasznosítás lehetőségei és a körforgásos gazdaságba való illeszkedés. A mikrobiális ökoszisztémák alaposabb megértése és irányítása elengedhetetlen a jövő klímareziliens és erőforrás-visszanyerő szennyvíztisztító rendszereihez (Federigi et al., 2024; Li et al., 2024; Tierny et al., 2024).

Irodalmi áttekintés

A szennyvíztisztítás mikrobiális ökológiája

A biológiai szennyvíztisztítás hatékonysága nagymértékben függ a mikrobiális közösség összetételét, működését és stabilitását befolyásoló tényezőktől. Az aktívizsban és biofilm-alapú rendszerekben élő mikroorganizmusok összetett ökológiai hálózatokban működnek együtt, ahol a közösség szerkezetét a szubsztrátkoncentráció, az oldott oxigén, a pH és a hidraulikai paraméterek határozzák meg (Federigi et al., 2024; Yang et al., 2020).

A főbb mikroorganizmus-csoportok szerepe

Az aerob heterotróf baktériumok (pl. *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Zooglea*) a szerves anyag oxidációjában vesznek részt, biomasszát építenek és extracelluláris polimereket (EPS) termelnek, amelyek elősegítik a pelyhesedést. A filamentosus baktériumok (pl. *Microthrix parvicella*, *Nocardia*, *Sphaerotilus*) a pelyhek morfológiai vázát alkotják, de túlbujánzásuk esetén habképződést és rossz ülepedést okoznak. A nitrifikáló baktériumok (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrospira*) és a denitrifikálók (*Paracoccus denitrificans*, *Pseudomonas stutzeri*) a nitrogénkörforgás kulcslépéseit hajtják végre. A foszforakkumuláló szervezetek (pl. *Candidatus accumulibacter*) váltakozó anaerob-aerob ciklusokban foszfátot raktároznak. Az archaeák (*Methanobacterium*, *Methanosarcina*) a metanogenezis végső lépéseit végzik, a protozoák és metazoák a baktériumok fogyasztásával szabályozzák a biomassza mennyiségét.

A mikrobiális közösségek dinamikája

A szennyvíztisztítók mikrobiális közösségei rendkívül komplexek, és a közösség szerkezet, valamint a környezeti paraméterek közötti kapcsolat meghatározza a tisztítás hatékonyságát. A közösségek tagjai közötti szinergikus és kompetitív kölcsönhatások biztosítják a folyamatok stabilitását, ugyanakkor érzékennyé teszik a rendszert a terhelésingadozásokra és környezeti változásokra. A biofilmek és pelyhek mikrostrukturái lehetővé teszik aerob és anaerob mikrokörnyezetek kialakulását, amelyek párhuzamos anyagcsereutak működését teszik lehetővé (Yang et al., 2020).

Az utóbbi években a molekuláris és metagenomikai vizsgálatok forradalmasították a közösségek kutatását. A 16S rRNS szekvenálás segítségével feltárható a közösség szerkezet, míg a shotgun metagenomika és a metagenome-assembled genomes (MAGs) lehetőséget adnak a funkcionális gének és útvonalak azonosítására. A célzott monitorozási technikák, mint a qPCR és a fluoreszcens in situ hibridizáció (FISH), alkalmasak kulcsszereplő csoportok – például nitrifikálók vagy antibiotikum-rezisztencia géneket hordozó szervezetek – követésére.

Külön figyelmet kap a rezisztencia elemzés, amely a szennyvíztisztítóknál jelenlévő antibiotikum-rezisztencia gének (ARG-k) és mobil genetikai elemek azonosítását teszi lehetővé. Ezek vizsgálata rávilágít arra, hogy a telepek potenciális rezervoárjai lehetnek a rezisztenciagének környezeti terjedésének (Jankowski et al., 2022). Európai kutatások szerint a szennyvíztisztítók közösségei szezonális dinamikát mutatnak: a nitrifikálók és denitrifikálók aránya jelentősen változik az évszakok függvényében (Li et al., 2018).

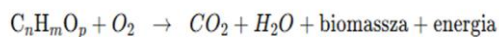
Magyarországi tapasztalatok is rámutatnak a közösségek összetételének és a technológiai paramétereknek a szoros kapcsolatára. Debrecenben és a Budapest-Csepel telepen – a *Microthrix parvicella* túlszaporodása jelentős habképződést okozott, amelyet az F/M arány szabályozásával és az iszapkor növelésével sikerült mérsékelni (Aib et al., 2024). A Nyíregyháza térségében vizsgált közepes kapacitású telepeken az iszapkor 8–20 nap között változik, ami közvetlen hatással van a nitrifikálók fennmaradására és a foszfor-eltávolítás hatékonyságára. Rövidebb iszapkor mellett a nitrifikáló baktériumok visszaszorulnak, míg a hosszabb iszapkor a szerves anyag hatékonyabb lebontása mellett elősegíti a foszforakkumuláló szervezetek stabil fennmaradását. Ezek az eredmények összhangban állnak a nemzetközi adatokkal, ugyanakkor hangsúlyozzák, hogy a kisebb, vidéki telepeken is kritikus a működési paraméterek pontos szabályozása (Szabó et al., 2001).

Biológiai lebontási folyamatok a szennyvíztisztításban

A szennyvíztisztítás biológiai szakaszában a szennyező anyagok döntő részét mikroorganizmusok bontják le különféle anyagcsereutakon keresztül. Ezek a folyamatok lehetnek aerob vagy anaerob jellegűek, attól függően, hogy rendelkezésre áll-e oxigén, illetve milyen elektronakceptorok vannak jelen. A szerves anyagok lebontása mellett a nitrogén- és foszforeltávolítás, valamint a mikroszennyezők biodegradációja is kulcsfontosságú mikrobiológiai folyamatokhoz kötődik (Tardy és mts, 2012; Federigi et al., 2024).

Szerves anyagok lebontása

Aerob körülmények között a heterotróf mikroorganizmusok oxidálják a szennyvízben található szerves anyagokat, amelyekből energia szabadul fel biomasszaépítés és sejtnövekedés céljából. A folyamat fő végtermékei a szén-dioxid és a víz:

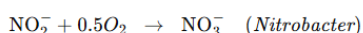
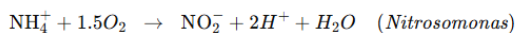


Anaerob környezetben a szerves anyagok lebontása több lépcsőben zajlik: a hidrolízis, acidogenezis, acetogenezis és végül a metanogenezis során a komplex szubsztrátok fokozatosan egyszerűbb vegyületekké alakulnak. A metanogén archaeák végső lépésként metánt és szén-dioxidot termelnek, amely biogáz formájában energetikai hasznosításra kerülhet.

Nitrogéntávoztítás mikrobiológiai folyamatai

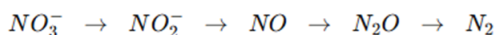
A szennyvíz nitrogéntartalmának eltávolítása több egymásra épülő biológiai folyamat eredménye. Az első lépés az ammonifikáció, amely során a szerves nitrogénvegyületek – például fehérjék és aminosavak – lebontásával ammónia (NH_3) vagy ammóniumion (NH_4^+) keletkezik. Ezt a folyamatot elsősorban heterotróf baktériumok végzik, többek között a *Bacillus*, *Pseudomonas* és *Clostridium* nemzetségek képviselői (Madigan et al., 2021).

Ezt követi a nitrifikáció, amely során autotróf baktériumok két lépésben oxidálják az ammóniumot: először nitríté, majd nitráttá. A folyamat fő szervezetei az ammónium-oxidáló baktériumok (AOB), például *Nitrosomonas* fajok, valamint a nitrit-oxidáló baktériumok (NOB), például *Nitrobacter*. Ezek együtt biztosítják a szennyvíz ammóniumterhelésének hatékony csökkentését.



Újabb kutatások szerint a *Nitrospira* nemzetséghez tartozó úgynevezett comammox törzsek képesek mindkét lépést önállóan elvégezni (Federigi et al., 2024).

A harmadik lépés a denitrifikáció, amikor fakultatív anaerob baktériumok – például *Paracoccus denitrificans*, *Pseudomonas stutzeri* vagy *Thauera* fajok – a nitrátot redukálják, és ennek végtermékeként nitrogéngáz képződik.



Ez a folyamat kulcsszerepet játszik az eutrofizáció megelőzésében (Tardy & Jobbágy, 2012).

Végül az anammox (anaerob ammónium-oxidáció) során az ammónium és a nitrit közvetlenül nitrogéngázzá alakul oxigénigény nélkül.



A folyamatot a *Brocadia* és *Kuenenia* nemzetségekhez tartozó baktériumok végzik, és jelentős energiamegtakarítást tesz lehetővé, mivel nincs szükség külső szénforrásra. Az eljárást Európában már több szennyvíztisztító telepen – például Strassban (Ausztria) és Rotterdamban (Hollandia) – részfolyamatként sikeresen bevezették (Kartal et al., 2010).

Foszforeltávolítás folyamata

A szennyvízben található foszfor eltávolítása kulcsfontosságú, mivel a felesleges foszfor a befogadó vizek eutrofizációjához vezethet. A foszforeltávolítás hagyományosan kémiai úton, például alumínium- vagy vaskoagulációval történhet, azonban az utóbbi években egyre inkább előtérbe került a biológiai foszfor-akkumuláció (enhanced biological phosphorus removal, EBPR).

Az EBPR során a foszfor-akkumuláló szervezetek (polyphosphate-accumulating organisms, PAO-k) képesek ciklikusan felhalmozni és leadni a polifoszfátokat. Anaerob körülmények között ezek a baktériumok a sejten belül tárolt polifoszfátokat hidrolizálják, miközben illékony zsírsavakat (VFA-kat) vesznek fel és polihidroxibutiráttá (PHB) alakítják. E folyamat során a polifoszfát lebomlása ortofoszfát formájában a vízbe kerül. Aerob körülmények között a PAO-k a korábban felhalmozott PHB-t oxidálják, amelyből energia szabadul fel a foszfátok újra polifoszfáttá történő beépítéséhez, így jelentős mennyiségű foszfort vonnak ki a vízből.

A folyamat sikerességét több tényező befolyásolja: az iszapkor (általában 8–20 nap), a szénforrás típusa, valamint a rendszer redox-körülményei. Rövidebb iszapkor mellett a PAO-k nem képesek stabilan fennmaradni, míg hosszabb iszapkor kedvez a polifoszfátok akkumulációjának.

Az utóbbi években a biológiai foszforeltávolítást gyakran egészítik ki a foszfor irányított kinyerésével. Ennek egyik formája a struvit-kiválás, amelynek részletes ismertetése a 4. fejezetben (Körforgásos gazdaság és fenntarthatóság) található.

Mikroszennyezők eltávolítása

A mikroszennyezők – köztük a gyógyszermaradványok, hormonok és peszticidek – eltávolítása egyre nagyobb kihívást jelent a szennyvíztisztításban, mivel a hagyományos biológiai rendszerek ezeknek a vegyületeknek gyakran csak részleges bontására képesek. Bizonyos baktériumok, például *Sphingomonas*, *Novosphingobium* és *Comamonas*, képesek lebontani egyes gyógyszermolekulákat és az endokrin rendszert károsító anyagokat (EDC-k), de hatásuk önmagukban nem elegendő.

A hatékonyabb eltávolítás érdekében a biológiai tisztítást gyakran kiegészítő technológiákkal kombinálják. Az összetett oxidációs eljárások (AOPs) közé tartozó eljárások – például az ózonizáció, az UV/H₂O₂ és a szulfát-radikális alapú rendszerek – számos gyógyszermaradvány és hormon oxidációjára képesek. Hübner és munkatársai (2024) kiemelik az UV/perszulfát kombináció és a fotokatalízis jelentőségét, amelyek a perzisztens szennyezők kezelésének egyik leghatékonyabb kiegészítő megoldását kínálják. Egy másik elterjedt módszer az adszorpció aktív szénrel (PAC), amelynek alkalmazásával Boehler és kollégái (2012) 10–20 g·m⁻³ PAC dózis mellett 10–50% kiegészítő eltávolítást értek el a másodlagos tisztításhoz képest. Hatékonyságát ugyanakkor nagymértékben befolyásolja a víz oldott szerves széntartalma (DOC).

Ezzel párhuzamosan a membrántechnológiák, különösen a nanofiltráció (NF) és a reverz ozmózis (RO), a legtöbb szerves mikroszennyezőt magas hatásfokkal képesek visszatartani, bár energiaigényük és a koncentrátum kezelése további kihívást jelent (Khoo et al., 2022). Új irányt képviselnek a bioelektrokémiai rendszerek (BES) és az elektrooxidációs megoldások, amelyek a biológiai és elektromos/kémiai folyamatok kombinációjával bizonyos perzisztens vegyületek eltávolításában is hatékonyak lehetnek. Poursat és munkatársai (2019) hangsúlyozzák a technológiák potenciálját, ugyanakkor rámutatnak költség- és stabilitási korlátaikra is. Alternatív lehetőséget kínálnak a mikroalga–baktérium konzorciumok, amelyekben a mikroalgák biomaszájába történő bioadszorpció és ko-metabolizmus elősegíti a nehezen eltávolítható vegyületek kezelését. Fallahi és kollégái (2021) rámutattak, hogy ezek a rendszerek ígéretesek, bár jelenleg még főként kísérleti szinten működnek.

Összességében a kiegészítő eljárások a hagyományos biológiai szennyvíztisztítás mellett, integrált rendszerben nyújthatnak valóban hatékony megoldást a mikroszennyezők eltávolítására (El Hammoudani et al., 2024; Bilal et al., 2024).

Kihívások és jövőbeli kutatási irányok

Az egyik legsúlyosabb kihívás az antibiotikum-rezisztencia, mivel a szennyvíztisztítók jelentős rezervoárjai az ARG-knak, amelyek horizontális géntranszfer révén patogén baktériumokba is eljuthatnak (Federigi et al., 2024; Silvester et al., 2025). Emellett a szennyvíztisztítók energiaigénye is komoly kérdés: a mikrobiális üzemanyagcellák (*Geobacter*, *Shewanella*) és az anaerob rendszerek optimalizálása ígéretes lehetőség az energiafelhasználás csökkentésére (Li et al., 2024).

Az irányított mikrobiális közösségek és a szintetikus biológia új lehetőséget kínálnak a jövőben: az "intelligens iszapkezelés" (smart sludge) koncepció szerint célzottan kialakított konzorciumok alkalmazhatók meghatározott bontási funkciókra (Federigi et al., 2024). A klímaváltozás pedig újabb kihívásokat jelent: a hőmérséklet emelkedése, az oxigénoldhatóság csökkenése és a befolyó szennyvíz változó összetétele különösen érzékenyen érinti a nitrifikálókat, amelyek adaptív törzsek kiválasztásával és reaktorok áttervezésével tarthatók fenn (UNECE, 2022).

Körforgásos gazdaság és fenntarthatóság

A körforgásos szemlélet szerint a szennyvíz nem tekinthető hulladéknak, hanem másodlagos erőforrásnak. Ennek jegyében a szennyvíztisztítás célja nem csupán a szennyezőanyagok eltávolítása, hanem a bennük rejlő tápanyagok és energia visszanyerése is.

A foszforvisszanyerés kiemelt jelentőséggel bír, hiszen a foszforkészletek globálisan korlátozottak. A biológiai foszforeltávolítás (EBPR) mellett egyre elterjedtebb a foszfor irányított kinyerése struvit formájában. A struvit (kémiai képlete: $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) kristályosítása ipari

méreteken is alkalmazható, és lehetővé teszi a foszfor közvetlen hasznosítását műtrágyaként. A folyamat hatásfoka kedvező: akár 80–90%-os foszfor-visszanyerést is biztosíthat (Yan et al., 2024).

A szennyvíziszapból előállítható bioszén és biopolimerek új ipari és mezőgazdasági felhasználási lehetőségeket kínálnak. A szennyvíziszap anaerob lebontása szintén fontos pillére a körforgásos gazdasági modellnek. A metánban gazdag biogáz energiatermelésre fordítható, amellyel csökkenthető a telep külső energiaigénye. Magyarországi és nemzetközi tapasztalatok alapján a biogáz-hasznosítás a szennyvíztisztítók teljes energiaigényének 30–50%-át képes fedezni (Güven et al., 2021). Ez nemcsak gazdasági előnyökkel jár, hanem mérsékli az üvegházhatású gázok kibocsátását is.

A struvit és a biogáz példái jól mutatják, hogy a szennyvíztisztítás integrálható a körforgásos gazdaság modelljébe, ahol a tápanyag- és energia-visszanyerés egyaránt hozzájárul a fenntarthatóbb vízgazdálkodáshoz és az üzemeltetés költségeinek csökkentéséhez. A „Wastewater Factory of the Future” koncepció integrált megközelítést képvisel, ahol a szennyvíztisztító telepek egyszerre működnek vízkezelőként, energiatermelőként és nyersanyag-visszanyerő központként (Dauknys et al., 2023)

Következtetések

A szennyvíztisztítás mikrobiológiai alapjai nélkülözhetetlenek a kezelőrendszerek hatékony és fenntartható működtetéséhez. A mikroorganizmusok nem csupán szennyezőanyagokat bontanak le, hanem kulcsszerepet játszanak a nitrogén- és foszforeltávolításban, a mikroszennyezők biodegradációjában és az energiahasznosításban is. Az omikai módszerek – különösen a metagenomika – új távlatokat nyitottak a közösségek működésének megértésében, valamint az antibiotikum-rezisztencia és a mobil genetikai elemek monitorozásában.

A jövő szennyvíztisztító telepei nem pusztán szennyezőanyag-eltávolítók, hanem integrált erőforrás-központok lesznek, ahol a víz, az energia és a nyersanyagok visszanyerése egyaránt megvalósul. Ehhez a mikrobiális ökológiai ismeretek és a biotechnológiai innovációk szoros összekapcsolása szükséges. A közösségi működés rendszerszintű szemlélete és a körforgásos gazdaság elveinek alkalmazása biztosíthatja, hogy a szennyvíztisztítás aktívan hozzájáruljon egy fenntarthatóbb jövőhöz.

Összefoglalás

Az áttekintő tanulmány bemutatta a szennyvíztisztítás mikrobiológiai alapjait, a főbb lebontási folyamatokat és a közösségek szerepét a tápanyag- és mikroszennyező-eltávolításban. Kiemelésre kerültek az új technológiák, mint az anammox, a granulált aerob iszap és a mikrobiális üzemanyagcellák, amelyek hozzájárulhatnak az energiahatékonyság és az erőforrás-visszanyerés javításához. A molekuláris és metagenomikai módszerek lehetőséget adnak a közösségek pontosabb feltérképezésére és az antibiotikum-rezisztencia gének nyomon követésére. Hazai példák – Debrecen, Csepel és Nyíregyháza telepei – rámutattak arra, hogy a közösség szerkezet és a működési paraméterek közvetlenül befolyásolják a tisztítási hatékonyságot. A körforgásos gazdaság szemléletében a jövő szennyvíztisztító telepei nem pusztán szennyezőanyag-eltávolító, hanem víz-, energia- és tápanyag-visszanyerő központokként fognak működni. A mikrobiális ökológia, a biotechnológia és a fenntarthatóság szoros összekapcsolása elengedhetetlen ahhoz, hogy a szennyvíztisztítás a jövő klímareziliens és erőforrás-hatékony rendszereinek alappillére legyen.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, mikrobiális közösségek, metagenomika, antibiotikum-rezisztencia gének (ARG), anammox, foszfor-visszanyerés, körforgásos gazdaság, fenntartható vízgazdálkodás

Irodalom

- Aib, B. – Kovács, R. – Nagy, D. – Tóth, Á.: 2024. Filamentous bacteria and process stability in Hungarian wastewater treatment plants. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108(7), 3125–3138. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2022.108598>
- Bilal, M. – Ihsanullah, I. – Hassan Shah, M. U. – Bhaskar Reddy, A. V., – Aminabhavi, T. M.: 2022. Recent advances in the removal of dyes from wastewater using low-cost adsorbents. *Journal of Environmental Management*, 321, Article 115981. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115981>
- Boehler, M. – Zwicknnpflug, B. – Hollender, J. – Ternes, T. – Joss, A. – Siegrist, H.: 2012. Removal of micropollutants in municipal wastewater treatment plants by powdered activated carbon. *Water Science and Technology*, 66(10), 2115–2121. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.353>
- Dauknys, R. – Morkvėnas, R. – Ražanskis, R. – Striūgas, N. – Gedgaudas, R.: 2023. Process improvement of biogas production from sewage sludge. *Energies*, 16(7), 3285. <https://doi.org/10.3390/en16073285>
- El Hammoudani, Y. – Dimane, F. – Haboubi, K. – Benaabidate, L. – Bourjila, A. – Achoukhi, I. – El Boudammoussi, M. – Faiz, H. – Touzani, A. – Moudou, M. – Esskifati, M.... et al.: 2024. Micropollutants in wastewater treatment plants: A bibliometric – bibliographic study. *Desalination and Water Treatment*, 317, 100190. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100190>
- Fallahi, A. – Rezvani, F. – Asgharnejad, H. – Khorshidi Nazloo, E. – Hajinajaf, N. – Higgins, B.: 2021. Interactions of microalgae–bacteria consortia for nutrient removal from wastewater: A review. *Chemosphere*, 272, 129878. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129878>
- Federigi, I. – Bonetta, S. – Tesaro, M. – De Giglio, O. – Oliveri Conti, G. – Atomsa, N. T.... Carducci, A. 2024. A systematic scoping review of antibiotic-resistance in drinking tap water. *Environmental Research*, 263(Pt 1), 120075. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120075>
- Güven, H. – Ersahin, M. E. – Özgün, H.: 2021. Energy self-sufficiency in wastewater treatment plants: perspectives, challenges, and opportunities. In *Clean Energy and Resource Recovery: Wastewater Treatment Plants as Biorefineries, Volume 2* (pp. 105–122). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90178-9.00019-6>
- Hübner, U. – Spahr, S. – Lutze, H. – Wieland, A. – Rütting, S. – Gernjak, W. – Wenk, J.: 2024. *Advanced oxidation processes for water and wastewater treatment – Guidance for systematic future research*. Heliyon, 10(9), e30402. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30402>
- Jankowski, P. – Gan, J. – Le, T. – McKennitt, M. – Garcia, A. – Yanaç, K. – Yuan, Q. – Uyaguari-Diaz, M.: 202). Metagenomic community composition and resistome analysis in a full-scale cold climate wastewater treatment plant. *Environmental Microbiome*, 17(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00398-1>
- Kartal, B. – Kuenen, J. G. – Loosdrecht, M. C. M.: 2010. Sewage treatment with anammox. *Science*, 328(5979), 702–703. <https://doi.org/10.1126/science.1185941>
- Khoo, Y. S. – Goh, P. S. – Lau, W. J. – Ismail, A. F. – Abdullah, M. S. – Ghazali, N. H. M. – Yahaya, N. K. E. M. – Hashim, N. – Othman, A. R. – Mohammed, A. – Kerisnani, N. D. A.P. – Yusoff, M. A. M. – Hashim, N. H. F. – Karim, J. – Abdullah, N. S. ... et al.: 2022. Removal of emerging organic micropollutants via modified-reverse osmosis/nanofiltration membranes: A review. *Chemosphere*, 305, 135151. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135151>
- Li, B. – Liu, C. – Bai, J. – Huang, Y. – Su, R. – Wei, Y.... Ma, B.: 2024. Strategy to mitigate substrate inhibition in wastewater treatment systems. *Nature Communications*, 15, 7920. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52364-9>
- Li, B. – Chen, J. – Wu, Z. – Wu, S. – Xie, S. – Liu, Y.: 2018. Seasonal and spatial dynamics of denitrification rate and denitrifier community in constructed wetland treating polluted river water. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 126, 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.10.008>
- Madigan, M. T. – Bender, K. S. – Buckley, D. H. – Sattley, W. M. – Stahl, D. A.: 2021. *Brock biology of microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- Poursat, B.A.J. – van Spanning, R.J.M. – Braster, M. – Helmus, R. – de Voogt, P. – Parsons, J.R.: 2019. Biodegradation of Metformin and Its Transformation Product, Guanyurea, by Natural and Exposed Microbial Communities. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182, Article ID: 109414. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109414>
- Silvester, R. – Perry, W. B. – Webster, G. – Rushton, L. – Baldwin, A. – Pass, D. A. – Byrnes, N. A. – Farkas, K. – Heginbotham, M. – Craine, N. – Cross, G. – Kille, P. – Kasprzyk-Hordern, B. – Weightman, A. J. – Jones, D. L.: 2025. Metagenomic profiling of hospital wastewater: A comprehensive national scale analysis of antimicrobial resistance genes and opportunistic pathogens. *Journal of Infection*, 90(6), 106503. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2025.106503>
- Szabó, A. – Osztoics, A. – Szilágyi, F.: 2001. Natural wastewater treatment in Hungary. *Water Science and Technology*, 44(11–12), 331–338. <https://doi.org/10.2166/wst.2001.0848>
- Tardy, G. M. – Bakos, V. – Jobbágy, A.: 2012. Conditions and technologies of biological wastewater treatment in Hungary. *Water Science and Technology*, 65(9), 1676–1683. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.062>
- Tierney, B. T. – Humphrey, G. – Johnson, A. J. – Eren, A. M. – Sharpton, T. J. – Shenhav, L.... Mason, C. E.: 2024. Towards geospatially-resolved public-health surveillance via wastewater sequencing. *Nature Communications*, 15, 8386. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52427-x>
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE):. 2022. Impacts of climate change on water quality and treatment processes. *United Nations Economic Commission for Europe Report*. Retrieved from <https://unece.org>
- Yan, Y. – Kallikazarou, N. I. – Nisiforou, O. – Shang, Q. – Fu, D. – Antoniou, M. G. – Fotidis, I. A.: 2025. Phosphorus recovery through struvite crystallization from real wastewater: Bridging gaps from lab to market. *Bioresource Technology*, 417, 132408. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132408>

Yang, Y. – Wang, L. – Xiang, F. – Zhao, L. – Qiao, Z.: 2020. Activated sludge microbial community and treatment performance of wastewater treatment plants in industrial and municipal zones. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 436. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020436> treatment plants. *Environmental Microbiome*, 17(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00432-7>

THE ROLE OF MICROBIAL COMMUNITIES IN WASTEWATER TREATMENT: AN OVERVIEW AND PERSPECTIVES

Judit Halász

University of Nyíregyháza, Institute of Environmental and Natural Sciences, Department of Biology. H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
halasz.judit@nye.hu

Summary

Microorganisms are central to the biological treatment of wastewater, driving the removal of organic matter, nitrogen, phosphorus, and micropollutants. Emerging technologies such as anammox, aerobic granular sludge, and microbial fuel cells enhance both energy efficiency and resource recovery. Metagenomic tools enable the monitoring of community dynamics and the spread of antibiotic resistance genes, providing critical insights for safe and effective treatment. Within the circular economy paradigm, future wastewater treatment plants will operate as integrated resource recovery centers, producing clean water, energy, and raw materials, thereby supporting sustainable water management and climate change adaptation.

Keywords: wastewater treatment, microbial communities, metagenomics, antibiotic resistance genes (ARGs), anammox

EGY VETÉSFORGÓ TARTAMKÍSÉRLET EREDMÉNYEI A NYÍRSÉGBEN

HENZSEL István¹ - MAKÁDI Marianna¹ - GYÖRGYI Gyuláné¹ - SIPOS Tamás¹ - TÓTH Gabriella¹ - ALMÁSI Csilla¹ - OROSZ Viktória¹ - DEMETER Ibolya¹ –KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit² - BOGDÁNYI Zsolt¹

¹ Debreceni Egyetem, AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.,
henzsel@agr.unideb.hu

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b.
krajnyak.edit@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.08>

Bevezetés

A tájgazdálkodás alapelve, hogy a földet arra és olyan intenzitással használjuk, amire az a legalkalmasabb. Irányelv, hogy a gazdálkodás során a hely adottságaihoz illeszkedő tevékenységeket végezzünk, figyelembe véve a helyi természeti viszonyokat. Felhasználhatjuk az évszázados helyi tradíciókat, a hagyományos módszereket és a helyi megoldásokat is, a helyi erőforrásokra támaszkodva. Fontos a tájnak megfelelő gazdálkodási szerkezetet kialakítása, a tájba illő növényfajok és fajták vetésváltásba, ill. vetésforgóba illesztett termesztése. Olyan agrotechnikát alkalmazzunk, mely nagymértékben alkalmazkodik az adott agroökológiai adottságokhoz (Ángyán és Menyhért, 2004).

Magyarország természeti tájai 6 nagy tájra oszthatók, melyek a következők: Alföld, Kisalföld, Nyugat-Magyarországi peremvidék, Dunántúli-dombság, Dunántúli-középhegység és Északi-középhegység. A nagytájak tovább oszthatók középtájakra és kistájakra. Ezek a természeti tájak kis távolságokon belül is lényegesen változó földtani, domborzati, éghajlati, biogeográfiai, hidrológiai és talajtani tulajdonságokkal rendelkeznek, ahol eltérő mezőgazdasági termelést kell alkalmazni (Stefanovits et al., 1999).

A Nyírség az Alföldhöz tartozik. Felszínének alakításában a folyók és a szél egyaránt szerepet játszott. A Kárpátokból észak felől érkező folyók hordalékkúpokat és vastag üledéket raktak le. Később ezt a területet a folyók elkerülték, amely szárazabbá vált és a szél a hordalékkúpok anyagából homokot halmozott fel. A magasabb területeken a nagyrészt homokból, helyenként löszből álló felszínen futóhomok, humuszos homok és kovárányos barna erdőtalajok képződtek, míg a buckák közti mélyedésekben homokos és iszapos réti talajok alakultak ki (Stefanovits et al., 1999).

Cikkünkben a nyírségi homoktalajon létrehozott Westsik-féle vetésforgó kísérlet eredményeit mutatjuk be.

Irodalmi áttekintés

A homoktalajnak alacsony az agyag- és szervesanyag-tartalma, kicsi a pufferkapacitása. Kevés kolloidot tartalmaz, így rossz a szerkezetmegtartó képessége. Túlzottan nagy a vízáteresztő képessége és kicsi a víztartó képessége, melyek eredménye, hogy kevés a hasznosítható vízkészlete. Jól levegőzőtt, ezért a feltáródási folyamatok gyorsak. Fokozott a szél- és vízerózió érzékenysége. Természetes tápanyagkészlete kevés, alapvetően alacsony a termékenysége (Várallyay, 2002).

A homoktalaj termékenységét a talaj szervesanyag-tartalmának növelésével lehet emelni (Westsik, 1951), mivel a szervesanyag javítja a talaj szerkezetét és vízgazdálkodását. A szervesanyag talajba juttatása segíti az agyagásvány-humusz komplexek létrejöttét, melyekben a kötés hidrogénhidakon át alakul ki. Ez a kötés hozza létre az egyik legállandóbb talajszerkezetet és ennek következtében nő a talaj vízmegtartó képessége is. A szervesanyag-tartalom növelésével nőhet a huminsavak mennyisége is a talajban. A huminsavak kétvegyértékű fémionokkal sókat képezhetnek, melyek a talajaggregátumokat képesek összeragasztani, így a talajszerkezet kialakítását és fenntartását segítik. A szervesanyag közvetlen is befolyásolhatja a talaj szerkezetét. A szervesanyag tápanyagforrás a mikrobák számára, így segíti a mikrobák

szaporodását. A szervesanyag-bontó mikroorganizmusok nyálkaanyagokat termelnek, melyek a talaj szerkezetét stabilizálják, így a talaj vízgazdálkodását is segítik (Stefanovits et al., 1999).

A szervesanyag fontos tápanyagforrás a növények számára, de igen jelentős a tápanyagmegőrző szerepe is. A szervesanyagokban található a talajok nitrogén-készletének 96-97%-a, de a foszfor (P) és a kén (S) is nagy mennyiségben van jelen bennük. A növények a szervesanyagban kötött elemeket a mineralizáció útján tudják hasznosítani. A humusz a felületén számos elemet (Ca, P, Mg, S, Cu, Zn, Mo) is képes megkötni, melyek kicserélhető ionként, vagy kelátok formájában találhatók. Ez által a tápanyagok felvehetőségét is szabályozza. A humusz a P felvehetőségét is segítheti az által, hogy blokkolja a talaj ásványi részeinek azokat a helyeit, ahol a foszfácionok erősen lekötnének (Stefanovits et al., 1999).

A talaj szervesanyag-tartalmát jelentősen növelhetjük szerves trágyák kijuttatásával. Ezen kívül a talaj szervesanyag-tartalmát befolyásolhatjuk a tápanyag-ellátással is. A tápanyaggal jobban ellátott növények nagyobb biomasszát állítanak elő, mely következtében több szár- és gyökérmaradvány kerül a talajba, melyből remélhetőleg több humusz is keletkezik. A talaj humusztartalmát befolyásolhatja a vetésszerkezet is. A monokultúrával szemben a tájba illő, megfelelő vetésforgó kialakítása segítheti a növények fejlődését. A különböző igényű és tulajdonságú növények váltásával elkerülhető, hogy a növények egyoldalúan, egy rétegből használják fel a talaj tápanyag- és vízkészletét. A nem rokon növények váltásával csökken a betegségek kialakulásának, vagy a kártevők felszaporodásának veszélye, így a növényvédelem költségét csökkenthetjük. Az egy- és kétszikű növények váltásával a gyomok szaporodását mérsékeljük, ami a gyomirtás költségét csökkentheti. Pillangós növények termesztésével csökkenthető a N műtrágya mennyisége. Egy-egy erőteljesebb gyökérzetű növény vetésforgóba illesztésével csökkenthető a talajművelés energia igénye is azáltal, hogy gyökérzetükkel lazítják a talajt és javítják szerkezetét (Kismányoki, 2005). A talaj vízgazdálkodásának javításával, a talaj termékenységének növelésével, az input anyagok bevitelének mérséklésével és a művelési költségek csökkentésével hozzájárulhatunk a jövedelmező gazdálkodáshoz a kedvezőtlen termőhelyi adottságú Nyírségben is.

Publikációnkban vizsgáljuk, hogy a különböző trágyázási módú Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben hogyan alakul a talaj humusztartalma, valamint a rozs- és a burgonyatermés.

Anyag és módszer

A kísérletet 1929-ben hozta létre Westsik Vilmos Magyarország keleti részén, a Nyírségben, a mai Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet területén. A kísérlet 15 vetésforgót foglal magába, melyek közül 14 hároméves és 1 négyéves (1. táblázat). Területe 12,42 ha. Talaja alacsony humusztartalmú (0,5-1%), savanyú kémhatású ($\text{pH}_{(\text{KCl})}$ 3,88-5,15), laza homoktalaj (K_A 27-29). A talaj mechanikai összetétele a következő: a durvahomok frakció (0,25-1,00 mm) 1,1%, a közepes homok frakció (0,05-0,25 mm) 91,0%, a finom homok frakció (0,02-0,05 mm) 2,6%, az iszap frakció (0,002-0,02 mm) 2,5% és az agyag frakció ($<0,002$ mm) aránya 2,8%. A kísérlet célja a homoktalaj termékenységének növelése. A tápanyag utánpótlása szerves trágyázással (szalma-, istálló- és zöldtrágyázás) és NPK műtrágyázással történik.

A kísérletben kalászos, kapás és hüvelyes növények termesztése történik. A kalászos növény a rozs, kapás növény a burgonya volt 2022-ig, majd ezt 2023-tól a kukoricára cseréltük. A vetésforgók mintegy felében csillagfűrtöt is termesztünk, míg 2 vetésforgóban zabos bükköny van takarmánykeveréknek vetve.

Az I. vetésforgóban trágyázást nem alkalmazunk, azonban a talaj időszakosan, háromévente pihentetve van. A II. vetésforgóban fővetésű csillagfűrt zöldtrágyázást, míg a VIII., XII., XIII., XIV. és XV. vetésforgókban másodvetésű csillagfűrt zöldtrágyázást végzünk. A másodvetésű csillagfűrt leszántása a XII. és XIV. vetésforgók esetében ősszel, míg a VIII., XIII. és XV. vetésforgók esetében tavasszal történik. A csillagfűrtöt a III. és VIII. vetésforgóban magtermesztés céljából, míg a IX. vetésforgóban zöldtakarmányozás céljából vetjük. Szalmatrágyázást 4 vetésforgó esetében alkalmazunk: a szalmát a IV. vetésforgóban erjesztés nélkül, mulcsként (3,5 t/ha), az V. vetésforgóban N műtrágyával erjesztve (11,3 t/ha), a VI. és

VII. vetésforgóban vízzel erjesztve (26,1 t/ha) juttatjuk ki. Istállótrágyázás a X. és XI. vetésforgóban történik (26,1 t/ha). A szalmatrágya és az istállótrágya a vetésforgó ciklus elején, egy adagban kerül kijuttatásra. A 15 vetésforgó közül 4 műtrágya nélküli (I., VII., X., XV.), míg 11 NPK műtrágyázásban is részesül. A N műtrágya adagja a vetésforgó ciklus alatt összesen 43 kg/ha (II., III., XI., XII.), 86 kg/ha (VIII., IX., XIII., XIV.) és 108 kg/ha (IV., V., VI.). A P és K műtrágya adagja a 11 műtrágyás vetésforgóban azonos: 94 kg/ha P_2O_5 és 84 kg/ha K_2O kerül kijuttatásra a vetésforgó ciklus alatt. A kísérletben a vetésforgók mindegyik szakasza elvetésre kerül minden évben.

A talajvizsgálathoz a talajmintákat 2008, 2012 és 2022-ben, 3 ismétlésben, a felső 25 cm-es talajrétegből szedtük, a rozs, a csillagfürt és a zabos bükköny betakarítását követően, valamint a burgonya esetében a burgonya betakarítása előtt. A talaj humusztartalmának meghatározása az MSZ 21470:1983 2. vizsgálati módszer szerint történt. A humuszadatok értékelését a vizsgált 3 év átlagában végeztük. A terméseredmények vizsgálatához az 1931-2022 évi burgonya és az 1931-2024. évi rozs termésadatakat használtuk fel. Az adatok statisztikai értékeléséhez egytényezős varianciaanalízist végeztünk ($P<0,05$), majd az átlagok összehasonlítására Tukey-tesztet használtunk. A paraméterek főátlagának számításához a 15 vetésforgó kísérletben mért adatokat átlagoltuk.

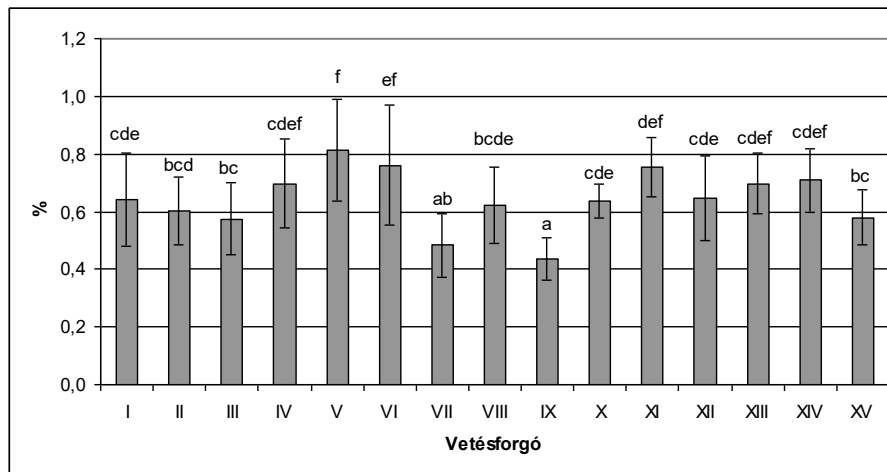
1. táblázat. A Westsik-féle kísérlet vetésforgószakaszai és trágyakezelései

Vetésforgó	1. szakasz	2. szakasz	3. szakasz	4. szakasz
I.	Pallag	Rozs	Burgonya	
II.	Csillagfürt zöldtrágya+ 63kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Rozs + 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N	
III.	Csillagfürt+ 63kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Rozs + 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N	
IV.	Rozs + 3,5 t/ha szalmatrágya+ 65 kg/ha N+ 47kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N+ 47kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	Rozs	
V.	Rozs + 11,3 t/ha szalmatrágya + 65 kg/ha N+ 47kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N+ 47kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	Rozs	
VI.	Rozs + 26,1 t/ha szalmatrágya+ 65 kg/ha N+ 47kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N+ 47kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	Rozs	
VII.	Rozs + 26,1 t/ha szalmatrágya	Burgonya	Rozs	
VIII.	Csillagfürt+ 32kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Rozs + csillagfürt zöldtrágya + 43kg/ha N+ 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Rozs + 43kg/ha N
IX.	Csillagfürt zöldtakarmány+ 63kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Rozs + 43kg/ha N+ 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N	
X.	Zabos bükköny + 26,1 t/ha istállótrágya	Rozs	Burgonya	
XI.	Zabos bükköny + 26,1 t/ha istállótrágya+ 63kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Rozs + 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N	
XII.	Rozs zöldtakarmány + csillagfürt zöldtrágya+ 63kg/ha P_2O_5 + 56kg/ha K_2O	Rozs + 31kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 43kg/ha N	
XIII.	Rozs + csillagfürt zöldtrágya+ 43kg/ha N+ 32kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 31kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	Rozs + 43kg/ha N +31kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	
XIV.	Rozs + csillagfürt zöldtrágya+ 43kg/ha N+ 32kg/ha P_2O_5 + 28kg/ha K_2O	Burgonya+ 31kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	Rozs + 43kg/ha N + 31kg/ha P_2O_5 +28kg/ha K_2O	
XV.	Rozs + csillagfürt zöldtrágya	Burgonya	Rozs	

Eredmények és értékelésük

A talaj humusztartalma

A talaj humusztartalma 0,4-0,9% között alakult (1. ábra). 0,60% alatti értéket mértünk a műtrágya nélküli szalmatrágyás (VII.), a műtrágya nélküli másodvetésű zöldtrágyás (XV.) és a fővetésű csillagfűrt termesztés+NPK műtrágyás (II., III., IX.) vetésforgókban. A talaj humusztartalma 0,60-0,75% közötti volt a trágyázás nélküli (I.), a műtrágya nélküli istállótrágyás (X.), a fő- és másodvetésű csillagfűrt termesztés+NPK műtrágyás (VIII.), a másodvetésű zöldtrágyás+NPK műtrágyás (XII., XIII., XIV.) és az erjesztés nélküli szalmatrágyás+NPK műtrágyás (IV.) vetésforgókban, míg 0,75% feletti volt az istállótrágyás+NPK műtrágyás (XI.) és az erjesztett szalmatrágyás+NPK műtrágyás (V., VI.) vetésforgókban. A talaj humusztartalma szignifikánsan nagyobb volt az V., VI. és XI. vetésforgókban, mint a III., VII., IX. és XV. vetésforgókban.



1. ábra. Humusztartalom a Westsik-féle vetésforgó kísérletben. Az a-f indexek: Tukey-teszt eredményei. Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelentenek ($p < 0,05$)

A talaj humusztartalmát befolyásolta a tápanyagpótlás. Kísérletünkben az NPK műtrágyával kijuttatott tápanyag növelte a talaj humusztartalmát a műtrágya nélküli kezelésekhez képest. A humusztartalom-növekedés az NPK műtrágya és szalmatrágya kombinációjában (VI.), az NPK műtrágya és zöldtrágya kombinációjában (XIII.) és az NPK műtrágya és istállótrágya kombinációjában (XI.) nagyobb volt, mint a szerves trágyázási módok műtrágya nélküli kontrolljaiban (VI↔VII., XIII↔XV., XI↔X.). A műtrágya humusztartalom-növelő hatását más is megállapította. Loide (2019) kísérletében a kijuttatott NPK műtrágyák 0,2-0,6%-kal növelték a talaj humusztartalmát. Az NPK műtrágyával pluszban kijuttatott tápanyag segítette a növények fejlődését. Ezek a növények megnövekedett mennyiségű szerves anyaggal gazdagították a talajt, melyek humusztartalom-növekedést eredményeztek.

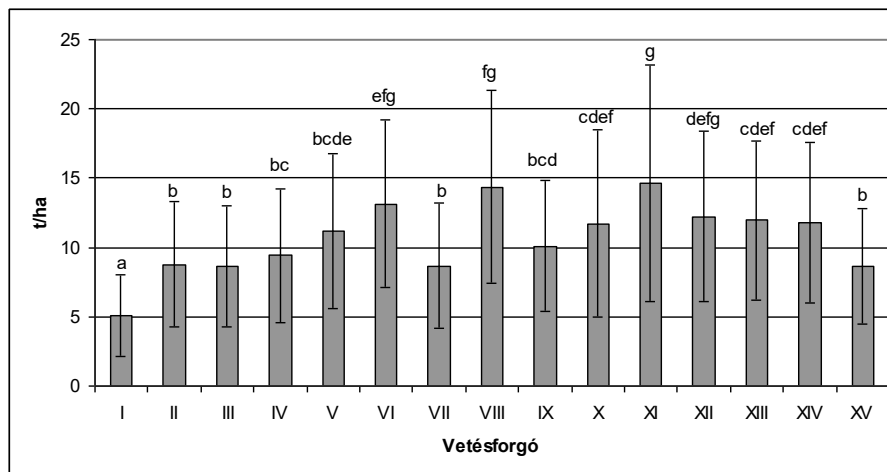
A talaj humusztartalmát befolyásolta a vetésszerkezet is. Nagyobb volt a talaj humusztartalma azokban a vetésforgó kísérletekben, melyekben a rozs és a burgonya aránya 2:1 volt (XIII., XIV.), mint azokban a kísérletekben, ahol a csillagfűrt, a rozs és a burgonya aránya 1:1:1 volt (II., III., IX.). Ennek oka az lehetett, hogy a rozsszalma C:N aránya nagyobb és nehezebben lebomló szerves anyag, mint a csillagfűrt kedvezőbb C:N arányú szármadaradványa. Emellett jellemzően a rozs után nagyobb mennyiségű tarlómaradvány került a talajba, mint a csillagfűrt után. A nagyobb mennyiségű és nehezebben lebomló rozsszalma eredményezhette a nagyobb humusztartalmat a talajban a csillagfűrtöt is tartalmazó vetésforgókhoz képest. Magdoff és Weil (2004) megállapítása szerint a szármadaradványokkal bevitt szén mennyisége összefüggésben van a talaj szervesanyag-tartalmával. A nagy mennyiségű szármadaradványokat hagyó növényeket tartalmazó vetésforgók növelik jelentősebben a talaj szervesanyag-tartalmát. Az összetettebb

vetésforgókban a növények jobban ki tudják használni a talaj víz- és tápanyag-készletét, jobban fejlődnek, több szerves anyagot képeznek, mint a monokultúrában fejlődők. Vetésforgóban a növények a betegségek ellen is jobban védekeznek. A betegségekkel szemben jobban védekező növények jobban növekednek, melyek eredménye a nagyobb C-bevitel a talajba.

A talaj humusztartalmát a szerves trágyázás növelte. A talaj humusztartalmát a kijuttatott szerves trágya jobban növelte azokhoz a kezelésekhez viszonyítva, mint ahol a trágya anyagot helyben termeltük meg zöldtrágyaként. A három legnagyobb humusztartalmat az erjesztett szalmatrágyás (V., VI.) és az istállótrágyás (XI.) vetésforgóban mértük. Bozhinova és Hristeva (2021) szerint a talaj humusztartalmát nem lehet szinten tartani éves ásványi műtrágyákkal. Eredményeik szerint az NPK műtrágya és szerves trágya együttes alkalmazása az, mely növelte a talaj humusztartalmát. Az NPK műtrágya+szerves trágya jelentősen emelte a talaj felvehető foszfor (25,5 szerese) és a kálium (2,5 szerese) tartalmát is a kezdeti szinthez képest, melyek hozzá járultak a nagyobb szervesanyag-képzéshez is, ami C-bevitel növekedést eredményezett. A talaj humusztartalmát a szerves trágyák szintén jelentősen növelték Zhang et al. (2025) kísérletében is. A szerves trágyák javították a szénmegkötés hatékonyságát és növelték a szénmegkötés sebességét. A trágyázási módok eltérő hatásait is megállapították. A zöldtrágya a talajban az oldott szerves széntartalomra volt a leggyorsabb hatással, míg a szalma hozzáadása a talaj mikrobiális biomassza széntartalmát befolyásolta a leghosszabb ideig.

A burgonyatermés

A burgonyatermés 5-15 t/ha közötti volt (2. ábra). A legkisebb termés az I. trágyázás nélküli vetésforgóban volt. A burgonyatermés 8-10 t/ha között alakult a VII. műtrágya nélküli szalmatrágyás, a XV. műtrágya nélküli másodvetésű zöldtrágyás, a II. fővetésű csillagfűrt zöldtrágyás+NPK műtrágyás, a III. csillagfűrt magtermesztés+NPK műtrágyás és a IV. erjesztett szalmatrágyás+NPK műtrágyás vetésforgóban. A gumótermés 10-12 t/ha között változott a X. műtrágya nélküli istállótrágyás, az V. erjesztett szalmatrágyás+NPK műtrágyás, a IX. csillagfűrt zöldtakarmány-termesztés+NPK műtrágyás és a XIII. és XIV. másodvetésű zöldtrágyás+NPK műtrágyás vetésforgókban. A burgonyatermés 12-14 t/ha közötti volt a VI. erjesztett szalmatrágyás+NPK műtrágyás és a XII. másodvetésű zöldtrágyás+NPK műtrágyás vetésforgóban, míg 14 t/ha feletti volt a VIII. fő- és másodvetésű csillagfűrt termesztés+NPK műtrágyás és a XI. istállótrágyás+NPK műtrágyás vetésforgóban.



2. ábra. Burgonyatermés a Westsik-féle vetésforgó kísérletben. Az a-f indexek: Tukey-teszt eredményei. Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelentenek ($p < 0,05$)

A legkevesebb burgonyatermést a trágyázás nélküli kezelésben mértünk (I.). A burgonyatermést a szerves trágyázás minden formája jelentősen növelte (VII., X., XV.). A szerves trágyák közül a legnagyobb terménynövekedést az istállótrágyázás eredményezte (X.). A burgonyatermés az NPK műtrágyázás hatására növekedett. A termés minden műtrágyás kombinációban nagyobb volt az azonos szerves trágyázású, műtrágya nélküli kezelésekhez képest (VI↔VII., XI↔X., XIII↔XV.). A gumótermést a szalmatrágya formája is befolyásolta. A termés nagyobb volt az erjesztett szalmatrágyás+NPK műtrágyás vetésforgókban (V., VI.), mint abban a vetésforgóban, ahol a szalmát erjesztés nélkül, mulcsként alkalmaztuk NPK műtrágyával kiegészítve (IV.). A burgonyatermés nem különbözött jelentősen az erjesztett szalmatrágyás és a másodvetésű zöldtrágyás vetésforgók között sem műtrágya nélkül (VII. ↔ XV.), sem NPK műtrágyával kombinálva (V., VI. ↔ XII., XIII., XIV.).

A trágyázás terménynövelő hatását módosíthatta a talaj humusztartalma. Az NPK műtrágyázás nagyobb burgonyatermés-növekedést eredményezett a nagyobb humusztartalmú másodvetésű zöldtrágyás vetésforgókban (XII., XIII., XIV.), mint a kisebb humusztartalmú fővetésű csillagfűrt termesztéses vetésforgókban (II., III., IX.). A trágyázás, a talaj humusztartalma és a burgonyatermés kapcsolatát mások is megállapították. Jhangiryan et al. (2024) kísérletében az ásványi és szerves trágyák kombinált alkalmazásával a talaj humusztartalma 31-97%-kal emelkedett a kontroll területhez képest, valamint növekedett a talaj felvehető N, P és K tartalma is. A humusztartalom és a felvehető tápelemek mennyiségének növekedésével nőtt a burgonyatermés (31-71%) és ezen belül jelentősen nőtt a piacképes gumók aránya (73-88%). A biohumusz-kezelések hatására javultak a burgonya minőségi mutatói is. Nőtt a burgonya szárazanyag-, keményítő- és aszkorbinsav-tartalma, azonban a nitrátkoncentráció nem haladta meg az engedélyezett határértéket (300 mg/kg). Megállapításuk szerint a talaj humusztartalmának emelése a fenntartható mezőgazdasági termeléshez nagymértékben hozzájárul.

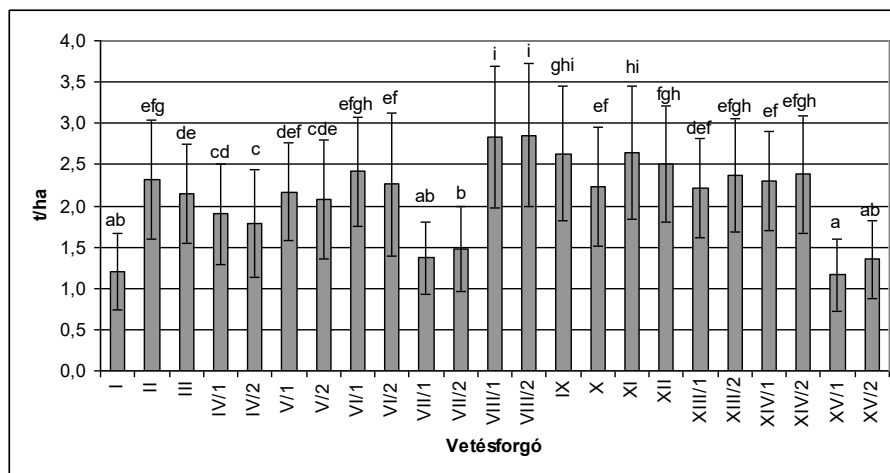
A csillagfűrt terménynövelő hatását is megfigyeltük. A burgonyatermés magas, a második legnagyobb volt a VIII. vetésforgó kísérletben, ahol a vetésforgó ciklus alatt kétszer is termesztettünk csillagfűrtöt, fővetésben magtermesztés céljából, és egy másik szakaszában másodvetésben zöldtrágyának. A jelentős terménynövekedés annak ellenére bekövetkezett, hogy a talaj humusztartalma csak átlagos volt. A csillagfűrttel szimbiózisban élő Rhizobium baktériumok képesek megkötni a légköri nitrogént, melyet az utána következő növény, esetünkben a burgonya, tud majd hasznosítani (Helmeczi, 1991). A nagyobb burgonyatermést a rhizóbiumok által megkötött N eredményezte. A csillagfűrt jelentőségét kiemeli, hogy jól alkalmazkodó növény, olyan területen is képes szimbiózist kialakítani a gümőképző baktériumokkal, ahol korábban nem termesztették. Msaddak et al. (2023) megállapítása szerint a csillagfűrt jó alkalmazkodóképessége a különböző talajokhoz annak köszönhető, hogy a csillagfűrt gümő endofitái szimbiotikus géneket tudnak szerezni a Bradyrhizobiumtól eltérő gümőképző baktériumoktól. A csillagfűrt a különböző Rhizobium nemzetségekből származó specifikus szimbiotikus gének horizontális átvitelével alakítja ki a szimbiózist.

Kísérletünkben a legnagyobb burgonyatermést istállótrágya és NPK műtrágya kombinációjában érték el (XI.). Kosolapova et al. (2016) megállapítása szerint az istállótrágya és az ásványi műtrágyák együttes alkalmazása humusz felhalmozódáshoz vezetett (2,35%-ról 2,70%-ra). A burgonyatermést az NPK műtrágyák is növelték és növelte az istállótrágya adagjának emelése is. A legnagyobb burgonyatermést a legnagyobb adagú istállótrágya és NPK műtrágya kombinációjában érték el. Az istállótrágya kedvezően befolyásolja a talaj fizikai és kémiai tulajdonságait. Javítja a talaj szerkezetét, növeli a talaj víz- és tápanyagszolgáltató-képességét. Magas mind a makroelem-, mind a mikroelem-tartalma. A növények számára legfontosabb tápelemeket tartalmazza (Loch és Kiss, 2014). Alakítja a talajéletet. Az istállótrágyával számos baktérium kerül a talajba, azonban ezek közül csak néhány faj éli túl hosszabb időn keresztül a talajviszonyokat. Az istállótrágya hatására a talajban élő mikrobiális közösségek szaporodása intenzívebbé válik, ez okozza a talaj mikrobiális biomasszájának és aktivitásának növekedését, ami segíti a tápelemek felvehetőségét a növények számára (Semenov et al., 2021). Istállótrágya alkalmazásával jelentősen csökkenthető az ásványi trágyák mennyisége. Balemi (2012) 10-30 t/ha istállótrágya kijuttatásával az ajánlott NP műtrágya mennyiségét 33-67%-kal tudta

csökkenteni a burgonyatermés szignifikáns csökkenése nélkül. Kiemelte, hogy azok a gazdaságok, melyek állatállománnyal rendelkeznek, az emelkedő műtrágyaárak miatt a műtrágya felhasználás mérséklésével nagy előnyre tehetnek szert a költségek csökkenésével. Ezenkívül a szerves és műtrágyák integrált alkalmazása olyan hosszú távú előnyökkel jár, mint a talaj fizikai és kémiai tulajdonságainak javulása, mely hozzájárul a fenntartható növénytermesztéshez.

A rozstermés

A rozstermés 1-3 t/ha között változott (3. ábra). A rozstermés 1,5 t/ha alatti volt az I., VII. és XV. vetésforgókban és 1,5-2,0 t/ha közötti volt a IV. vetésforgóban. A termés 2,0-2,5 t/ha között alakult a III., V., VI., X., XIII. és XIV. vetésforgókban, míg 2,5 t/ha feletti volt a VIII., IX., XI. és XII. vetésforgókban. A szalmatrágyás és a másodvetésű zöldtrágyás vetésforgók esetében kettő szakaszban is van rozs a vetésforgó ciklus alatt. Ezek esetében megállapítottuk, hogy a rozstermés a szalmatrágyás+NPK műtrágyás vetésforgók esetében tendenciájában nagyobb volt a vetésforgó ciklus elején lévő rozsszakaszokban (1/1), mint a vetésforgó ciklus végén lévő rozsszakaszokban (2/2), míg a másodvetésű zöldtrágyás vetésforgóknál tendenciájában nagyobb rozsterméseket a vetésforgó ciklus végén lévő rozsszakaszokban takarítottunk be a vetésforgó ciklus elején lévő rozsszakaszokhoz viszonyítva. A rozstermés szignifikánsan nagyobb volt a VIII., IX., XI. és XII. vetésforgóban, mint az I., III., IV., VII. és XV. vetésforgóban.



3. ábra. Rozstermés a Westsik vetésforgó kísérletben. Az a-i indexek: Tukey-teszt eredményei. Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelentenek ($p < 0,05$)

A rozstermés egymáshoz hasonló volt abban a vetésforgóban, ahol trágyázást ugyan nem végeztünk, de a talaj háromévente pihentetve volt (I.), mint amelyekben folyamatosan termesztettünk növényeket, de szalmatrágyázást (VII.), vagy másodvetésű zöldtrágyázást (XV.) végeztünk. A rozstermést az istállótrágya jelentősen növelte. A termés az istállótrágyás vetésforgóban, műtrágya nélkül is nagy volt, a műtrágyás vetésforgó kísérletek átlagához hasonlított (X.). A rozstermést az NPK műtrágya jelentősen növelte. A vetésforgók többségében a termés a műtrágyázás hatására 2 t/ha fölé emelkedett. A rozstermés a szalmatrágyás és a zöldtrágyás kezelések között nem különbözött egyértelműen. A két trágyázási módot összehasonlítva tendenciájában kisebb terméseket mértünk a két kisebb adagú szalmatrágyás vetésforgóban (IV., V.), mint a másodvetésű zöldtrágyás vetésforgókban (XII., XIII., XIV.), de a legnagyobb szalmatrágya adagú szalmatrágyás vetésforgó első évi rozstermése (VI/1) nagyobb volt, mint a zöldtrágyás vetésforgók többségében. A rozstermést a szalmatrágya adagja befolyásolhatta. A termés nagyobb volt a nagyobb szalmatrágya adagú kezelésben (VI.), mint a

kisebb szalmatrágya adagú kezelésekben (IV., V.). A rozstermésre hatással lehetett a másodvetésű zöldtrágyának vetett csillagfűrt vetési ideje is. Nagyobb volt a termés a korábbi vetésű zöldtrágyás vetésforgóban (XII.), mint a későbbi vetések esetében (XIII., XIV.). A rozstermést jelentősen növelte az istállótrágya az NPK műtrágya kombinációjában és a második legnagyobb termést eredményezte (XI.). Gollner et al. (2011) a rozstermés növelésében szintén kiemelte az istállótrágya szerepét. Vizsgálataik szerint az istállótrágyázás több, mint 130%-kal növelte a talaj felvehető foszfor és kálium tartalmát a trágyázatlan kontrollhoz képest. Az istállótrágyázott területen jelentősen nőtt a talaj szervesanyag-tartalma, még az NPK műtrágyás parcellákhoz képest is 96%-kal magasabb volt. Ezek mellett az istállótrágyázott parcellákban, a szervesanyag-tartalom emelkedése következtében nőtt a rozs gyökereiben az arbuszkuláris mikorrhiza gombák általi arbuszkuláris mikorrhiza kolonizáció és nőtt az arbuszkulomok gyakorisága is. Az istállótrágya hosszú távú alkalmazásának következtében az arbuszkuláris mikorrhiza gombák fokozták a tápanyagfelvételt, amely előnye különösen száraz termőhelyi körülmények között mutatkozott meg. Ezek hatására nőtt a terméshozam stabilitása és segítették a fenntartható növénytermesztést.

A rozstermést a csillagfűrt gyakoribb termesztése a vetésforgóban még kedvezőbben befolyásolta, mint az istállótrágya, ugyanis a legnagyobb rozsterméseket abban a vetésforgóban érték el, ahol fővetésben és másodvetésben is termesztettünk csillagfűrtöt (VIII.). A csillagfűrt kedvező elővetemény-hatása elsősorban annak köszönhető, hogy nagy mennyiségű N-t képes megkötni. Sulas et al. (2016) vizsgálata szerint a fehér virágú csillagfűrt akár 300 kg/ha N-t is képes fixálni. A megkötött N a csillagfűrt egyes szerveiben különböző mértékben raktározódik. A megkötött N nagy része, mintegy 75%-a a magvakban halmozódik fel, 20%-a a szár részébe kerül, míg a gyökerekben 5% körüli mennyiség található. Megállapításaik alapján a megkötött N-nek 18-65%-a marad a területen, de ez a mennyiség is elegendő ahhoz, hogy jelentősen fokozza az utónövények termését.

Következtetések

A talaj humusztartalmát mintegy duplájára növeltük a nyírségi homoktalajú területen. A talaj humusztartalmát egyaránt befolyásolta a tápanyag-kijuttatás szintje, a vetésszerkezet és a szerves trágyázás. A talaj humusztartalma növekedett a kiegészítő NPK műtrágya hatására. Növekedett a gyakoribb rozstermesztés esetében is és növekedett az erjesztett szalmatrágyázás és az istállótrágyázás hatására is.

A burgonyatermést a szalma-, istálló- és zöldtrágyázás egyaránt növelte. A rozstermést a talaj pihentetése is kedvezően befolyásolta. A talaj pihentetése után termesztett rozs hasonló termést adott, mint szalmatrágyázás, vagy másodvetésű zöldtrágyázás hatására. A rozstermést az istállótrágyázás jelentősen emelte a szalma-, vagy zöldtrágyázáshoz képest. A szervestrágyázás mellett alkalmazott NPK műtrágyázás a burgonyatermést és a rozstermést is jelentősen növelte. Az istállótrágya és az NPK műtrágya kombinációjában takarítottuk be a legnagyobb burgonyatermést és a második legnagyobb rozstermést. A csillagfűrt gyakoribb termesztése a vetésforgóban egy átlagos humusztartalom esetében is jelentős termésnövekedést eredményezett. A legnagyobb rozstermést és a második legnagyobb burgonyatermést adó vetésforgóban a csillagfűrt magtermesztés céljából és egy másik szakaszában másodvetésben, zöldtrágyának vetve is szerepelt.

Összefoglalás

A Nyírség felszínének alakításában a folyók és a szél egyaránt szerepet játszott. A folyók vastag üledéket raktak le, majd a szél homokot halmozott fel. A nagyrészt homokból, helyenként löszből álló felszínen futóhomok és humuszos homoktalajok képződtek. A homoktalajnak kicsi az agyag- és szervesanyag-tartalma, rossz a szerkezetmegtartó képessége, kevés a hasznosítható vízkészlete, kicsi a természetes tápanyagkészlete, alapvetően alacsony a termékenysége. A

homoktalaj termékenységét növelhetjük a talaj szervesanyag-tartalmának emelésével. Publikációnkban vizsgáltuk, hogy a különböző trágyázási módú Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben hogyan alakult a talaj humusztartalma, valamint a rozs- és burgonyatermés. Az 1929-ben létrehozott kísérlet célja a homoktalaj termékenységének növelése. A tápanyag utánpótlása szerves trágyázással (szalma-, istálló- és zöldtrágyázás) és NPK műtrágyázással történt.

A nyírségi homoktalajon létrehozott Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben emelkedett a talaj humusztartalma és növekedett a burgonya- és a rozstermés. A talaj humusztartalmát növelte a tápanyag, a kijuttatott szerves trágya és növekedett a gyakoribb rozstermesztés következtében is. A legnagyobb humusztartalom-növekedést az erjesztett szalmatrágya és NPK műtrágya kombinációjával érték el, de jelentős humusznövelő volt az NPK műtrágyával együtt alkalmazott istállótrágya is. A burgonyatermést a szalma-, istálló- és zöldtrágyázás egyaránt növelte a kontrollhoz képest. A rozstermést a talaj pihentetése kedvezően befolyásolta. A burgonya- és rozstermést az istállótrágya jobban növelte, mint a szalmatrágya, vagy a zöldtrágya. A talaj humusztartalmának növelésével javítottuk a talaj tápanyag- és vízszolgáltató-képességét, melyek eredményeképpen nemcsak fenn tudtuk tartani a talaj termékenységét hosszú időn keresztül, hanem növeltük is.

Kulcsszavak: homoktalaj, szerves trágyázás, burgonya, rozs

Irodalom

- Ángyán J. – Menyhért Z.: 2004. Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Balemi, T.: 2012. Effect of integrated use of cattle manure and inorganic fertilizers on tuber yield of potato in Ethiopia. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (2), pp. 253-261.
- Bozhinova, R. – Hristeva, T.: 2021. Soil fertility in response to long-term reutilization under the tobacco monoculture system on Rendzic Leptosol in Bulgaria. *Polish Journal of Soil Science Vol. LIV/1*. pp. 59-69.
- Gollner, M.J. – Wagentristl, H. – Liebhard, P. – Friedel, J.K.: 2011. Yield and arbuscular mycorrhiza of winter rye in a 40-year fertilisation trial. *Agron. Sustain. Dev.* 31, pp. 373-378.
- Helmezi, B.: 1991. Mezőgazdasági mikrobiológia. Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék, Debrecen.
- Jhangiryan, T. – Hunanyan, S. – Markosyan, A. – Yeritsyan, S. – Eloyan, A. – Barseghyan, M. – Gasparyan, G.: 2024. Assessing the effect of joint application of mineral fertilisers and biohumus on potato yield quality indicators. *Functional Food Science* 4(12) pp. 508-522.
- Kismányoki T.: 2005. Vetésforgó, vetésváltás. [In: Antal J. (szerk.) Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék.] Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 26-42.
- Kosolapova, A. – Yamaltdinova, V. – Mitrofanova, E. – Fomin, D. – Teterlev, I.: 2016. Yields of field crops and Sod-podzolic soil fertility of West Ural depending on fertilizer system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22 (No 3), pp. 381-385.
- Loch, J. – Kiss, Sz.: 2014. Agrokémia. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen.
- Loide, V.: 2019. The results of an NPK-fertilisation trial of long-term crop rotation on carbonate rich soil in Estonia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science Vol. 69, No. 7*, pp.596-605.
- Magdoff, F. – Weil, R.R.: 2004. Soil organic matter management strategies. [In: Magdoff, F. – Weil, R.R. (eds.) *Soil organic matter in sustainable agriculture*] CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 45-65.
- Msaddak, A. – Mars, M. – Quinones, M.A. – Lucas, M.M. – Pueyo, J.J.: 2023. Lupin, a unique legume that is nodulated by multiple microsymbionts: the role of horizontal gene transfer. *International Journal of Molecular Sciences* 24, 6496. pp. 1-18.
- Semenov, M.V. – Krasnov, G.S. – Semenov, V.M. – Ksenofontova, N. – Zinyakova, N.B. – Bruggen, A.H.C.: 2021. Does farmyard manure introduce surviving microbes into soil or activate soil-borne microbiota? *Journal of Environmental Management* 294, 113018. pp. 1-11.
- Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy.: 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Sulas, L. – Canu, S. – Ledda, L. – Carroni, A.M. – Salis, M.: 2016. *Scientia Agricola* v. 73., n. 4. pp. 338-346.
- Várallyay Gy.: 2002. Homoktalajok vízgazdálkodásának korlátai. [In: Láng I., Lazányi J., Németh T. (szerk.) *Tartamkísérletek, tájtermesztés, vidékfejlesztés*] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen. pp. 83-90.
- Westsik V.: 1951. Homoki vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Zhang, N. – Bai, L. – Wei, X. – Li, T. – Tang, Y. – Wen, J. – Peng, Z. – Zhang, Y. – Wang, Y. – Zeng, X. – Su, S.: 2025. Effects of organic material on carbon cycling and soil fertility in paddy soil. *Journal of Environmental Management* 379. 124898. pp. 1-8.

RESULTS OF A CROP ROTATION EXPERIMENT IN THE NYÍRSÉG

István Henszel ¹, Marianna Makádi ¹, Gyuláné Györgyi ¹, Tamás Sipos ¹, Gabriella Tóth ¹, Csilla Almási ¹, Viktória Orosz ¹, Ibolya Demeter ¹, Edit Kosztyuné Krajnyák ², Zsolt Bogdányi ¹

¹ Research Institute of Nyíregyháza, IAREF, University of Debrecen, Westsik Vilmos u. 4–6, H-4400 Nyíregyháza, Hungary
henszel6@gmail.com

² University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences and Environmental Management, H-4400, Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
karjnyak.edit@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.09>

Summary

Sandy soil has a low clay and organic matter content, and fundamentally low fertility. The fertility of sandy soil can be increased by increasing the organic matter content of the soil. In our publication, we examined how the humus content of the soil, as well as the rye and potato yields, developed in the Westsik's crop rotation experiment. The supply of nutrients was done with organic fertilization (straw, farmyard and green manure) and NPK fertilization.

In the Westsik-type crop rotation experiment on the sandy soil of Nyírség, the humus content of the soil increased and the potato and rye yield increased too. The humus content of the soil was increased by nutrients, the applied organic fertilizer and also increased due to more frequent rye cultivation. The greatest increase in humus content was achieved with the combination of fermented straw manure and NPK fertilizer. Straw manure, farmyard manure and green manure increased the potato yield compared to the control. The rye yield was also favorably influenced periodical use of fallow. The potato and rye yield was increased more by farmyard manure than by straw manure or green manure. By increasing the humus content of the soil, we improved the soil's nutrient and water supply capacity, as a result of which we were able to not only maintain the soil's fertility over a long period of time, but also increase it.

Keywords: sandy soil, organic fertilization, potato, rye

EFFECTS OF PESTICIDES ON SOIL ORGANIC MATTER: A MINI-REVIEW

Hüsnüye AKA SAĞLIKE

Prof. Dr., , University of Osmaniye Korkut Ata, Faculty of Engineering and Natural Sciences, , Department of
Biology, Osmaniye, TÜRKİYE, hasaglik@osmaniye.edu.tr

Abstract

Pesticides are natural synthetic chemical substances used extensively in agriculture to control of pests such as insects, weeds, and plant diseases. These chemicals are categorized based on the some type of pest. Some of them target including herbicides (for herbs), insecticides (against insects), fungicides (against fungal diseases). The application of pesticides provides several significant benefits, including improved food quality and crop yields, as well as the reduction of pest-borne diseases. Despite these advantages, the widespread use of pesticides has raised concerns regarding their environmental impact, particularly with respect to water contamination and the long-term health of ecosystems (Jablonowski et al., 2011; Geissen et al., 2015; Schlappi et al., 2020; Rasool et al., 2022). The fertilities and behaviors of all pesticides in soil are influenced by various environmental and climatic factors such as temperature, humidity, precipitation, and key soil properties. Among these, soil texture and organic matter content are the most critical physicochemical factors affecting pesticide retention, degradation, and mobility (Flury, 1996; Gavrilescu, 2005; Sharma et al., 2012). Soil organic matter (SOM) plays a pivotal role in the retention and adsorption of pesticides within the soil, particularly in the root zone where pesticide absorption by plants occurs. Practices aimed at enhancing soil organic matter content, such as the incorporation of cover crops, or the addition of organic amendments like compost and manure, have been shown to significantly improve soil health. These practices increase the soil's capacity to retain both water and dissolved pesticides, making them more readily available for plant uptake and microbial degradation. As a result, the risk of pesticide leaching into groundwater is minimized, thus promoting more sustainable agricultural practices (Flury, 1996; Gavrilescu, 2005; Celis et al., 2008). However, the use of pesticides is not without its challenges. While they offer substantial benefits in pest management, their impact on soil organic matter and soil microbial communities is of growing concern. The interaction between pesticides and soil health, particularly the mechanisms through which they influence soil organic matter dynamics, requires further investigation. Understanding these interactions will be critical in developing soil management practices that mitigate the adverse effects of pesticide use while ensuring the continued efficacy of pest control methods (Makszim and Soós, 2025). In conclusion, while pesticides are indispensable for modern agriculture, their environmental implications, particularly in relation to soil health and organic matter dynamics, need careful consideration. Future research should focus on identifying practices that balance effective pest control with sustainable soil management, ensuring long-term agricultural productivity and environmental sustainability.

Key Words: Environmental Conditions, Pesticides, Soil Organic Matter, Sustainability

Introduction

Soil organic matter (SOM) is an integral component of soil ecosystems, influencing key soil functions such as nutrient cycling, water retention, soil structure, and microbial diversity (Schjønning et al., 2018). SOM is considered a major determinant of soil fertility and plays a critical role in carbon sequestration, thus impacting global climate regulation (Friedlingstein et al., 1995; Kicklighter et al., 1999). The decomposition of organic materials, driven by a wide variety of soil microorganisms, sustains SOM dynamics and supports plant growth by providing

essential nutrients (Cotrufo and Lavallee, 2022). However, the application of pesticides both synthetic and biopesticides in agricultural practices has raised significant concerns about their potential to disrupt soil ecological processes, particularly organic matter dynamics (Zhou et al., 2025). Pesticides, which are routinely applied to control pests, weeds, and diseases, can affect SOM by altering microbial populations, enzyme activities, and nutrient cycling processes (Daunoras et al., 2024). Recent findings suggest that the combined use of synthetic pesticides and the absence of organic amendments accelerates microbial imbalance and suppresses enzymatic degradation of complex organic residues (Csabai et al. 2021, Csabai et al., 2022; Kosztyuné Krajnyák et al. 2024). The present review aims to provide an in-depth analysis of how pesticides influence SOM decomposition, microbial communities, and overall soil fertility, synthesizing findings from recent studies to highlight the broader environmental implications. Field experiments with fermented poultry manure and compost show promise in counteracting these negative effects, restoring microbial biodiversity and enhancing SOM turnover rates in degraded soils (Csabai et al., 2022).

Pesticide Types and Their Mechanisms

Pesticides can be broadly categorized into herbicides, insecticides, and fungicides. Each type possesses unique chemical properties and mechanisms of action, which can influence their interaction with soil organic matter.

Herbicides: These chemicals are designed to inhibit the growth of unwanted plants but can also significantly alter soil microbial communities. Glyphosate, for instance, is the most widely used herbicide and has been shown to reduce microbial diversity and affect the breakdown of organic matter (Kremer & Li, 2003; Galarneau et al., 2018; Van Bruggen et al., 2018). Studies indicate that glyphosate can bind to soil particles, affecting nutrient availability and leading to changes in microbial community composition (Davis et al., 2018). By applying glyphosate on stubble fields, the level of infestation with perennial weeds difficult to control using herbicides specific to individual crops is reduced. (Mondici, 2020).

Insecticides: Insecticides target specific pests but can adversely affect non-target soil organisms. Neonicotinoids, a class of systemic insecticides, have been linked to decreased soil microbial biomass and altered organic matter decomposition rates (Goulson, 2013; Rundlöf et al., 2015; Sgolastra et al., 2019). Research has shown that neonicotinoids can persist in the soil and impact microbial communities for extended periods, leading to long-term ecological consequences (Biondi et al., 2019).

Fungicides: Fungicides are used to control fungal pathogens but can also disrupt beneficial soil fungi essential for organic matter decomposition. The application of fungicides such as azoles and strobilurins may inhibit mycorrhizal fungi, which play a crucial role in nutrient cycling and soil structure maintenance (Miller & Jastrow, 1990; Bórdalo et al., 2016; Alguacil et al., 2020). This disruption can lead to reduced organic matter breakdown and nutrient availability for plants.

Impact on Soil Organic Matter Dynamics

The application of pesticides can lead to several changes in soil organic matter dynamics:

Decomposition Rates: Pesticides can slow down the decomposition of organic matter by affecting microbial communities responsible for breaking down organic materials. A decrease in microbial activity can result in the accumulation of organic residues, altering the soil's physical and chemical properties (Pérez et al., 2015; Rousk et al., 2016; Doran & Parkin, 1994). Furthermore, studies have indicated that certain herbicides can reduce the activity of soil enzymes

involved in organic matter degradation (Sinsabaugh et al., 2008). This has led to increased interest in soil-friendly alternatives such as microbial inoculants and organic amendments, which may support nutrient cycling even under pollutant stress (Suryatmana et al., 2024).

Microbial Diversity: The use of pesticides often leads to a reduction in microbial diversity, which is critical for maintaining soil health. This decline can impair the soil's ability to decompose organic matter effectively and disrupt the balance of soil nutrient cycles (Nannipieri et al., 2018; Jangid et al., 2011; Fierer et al., 2009). Reduced microbial diversity can also make soils more susceptible to diseases and other stressors (González et al., 2015).

Soil Structure: Changes in microbial communities caused by pesticide application can negatively impact soil aggregation and structure. Healthy soil organic matter contributes to soil aggregation, enhancing water retention and aeration. Pesticide-induced alterations in microbial populations can compromise these beneficial properties (Kumar et al., 2018; Zaller et al., 2014; Vance et al., 1987). Research has shown that reduced microbial diversity can lead to decreased soil stability and increased erosion risk (Mikha et al., 2006).

Conclusion

The effects of pesticides on soil organic matter are complex and multifaceted. While pesticides play a crucial role in modern agriculture, their impact on soil health and sustainability cannot be overlooked. Continued research is needed to better understand these interactions and to develop sustainable agricultural practices that protect soil organic matter and overall soil health. Implementing integrated pest management strategies and promoting the use of organic or less harmful pesticide alternatives may mitigate the adverse effects on soil ecosystems.

References

- Alguacil, M. M. – et al.: 2020. Impact of fungicides on soil fungal communities: A review. *Applied Soil Ecology*, 154, 103606.
- Biondi, A. – et al.: 2019. Ecological effects of neonicotinoids: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(2), 1288–1302.
- Bórdalo, A. A. – et al.: 2016. Effects of fungicides on soil microbial community structure and function: A review. *Applied Soil Ecology*, 101, 24–36.
- Csabai, J. – Braun, B. – Tarek, M. – Irinyiné Oláh, K.: 2021. Effect of alternative nutrient replenishes on soil quality parameters. *Naukovij Visnyk Uzhhorods'kogo Universytetu. Serija Biologija*, 50–51, pp. 41–47.
- Csabai, J. – Braun, B. – Hörsik, Zs. T. – Kolesznyi, A. – Irinyiné Oláh, K.: 2022. Alternatív trágyaszerek és szerkezetjavító anyagok hatása a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaira. In: Bujdosó Z. (szerk.) XVIII. Nemzetközi Tudományos Napok – A zöld megállapodás: kihívások és lehetőségek. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gyöngyös, p. 34.
- Csabai, J. – Opitz, G. – Vaskó, B. – Aka Sağliker, H. – Kolesznyi, A. – Nagy Makszim Györgyné, T.: 2022. Effects of alternative organic fertilizers on morphological parameters and yield of the sweet potato cultivar 'Ásotthalmi-12'. In: Irinyiné Oláh K. – Kosztyuné Krajnyák E. – Szabó B. (szerk.) Fenntartható Tápanyag-gazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája 2022. Nyíregyházi Egyetem, pp. 56–63.
- Celis, R. – et al.: 2008. Sorption of pesticides in soils and sediments: A review. *Science of the Total Environment*, 398(1–3), 1–13.
- Daunoras, J. – Kacergius, A. – Gudiukaite, R.: 2024. Role of soil microbiota enzymes in soil health and activity changes depending on climate change and the type of soil ecosystem. *Biology*, 13(85), 1–39. <https://doi.org/10.3390/biology13020085>
- Davis, A. S. – et al.: 2018. Glyphosate and soil health: A review of the impact on soil microbial communities. *Soil Science Society of America Journal*, 82(3), 753–765.
- Doran, J. W. – Parkin, T. B.: 1994. Defining and assessing soil quality. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA, pp. 3–21.
- Flury, M.: 1996. Experimental evidence of transport of pesticides through field soils—A review. *Journal of Environmental Quality*, 25(1), 25–45.
- Cotrufo, F. M. – Lavalley, J. M.: 2022. Soil organic matter formation, persistence, and functioning. *Advances in Agronomy*, 172, 1–66.

- Friedlingstein, P. – et al.: 1995. On the contribution of CO₂ fertilization to the missing biospheric sink. *Global Biogeochemical Cycles*, 9, 541–556.
- Fierer, N. – et al.: 2009. The influence of soil properties on bacterial and fungal communities across land-use types. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(5), 887–895.
- Galameau, E. – Doran, J. W. – Miller, R. M.: 2018. Glyphosate's effects on soil microorganisms and organic matter decomposition. *Soil Science Society of America Journal*, 82(3), 753–765.
- Gavrilescu, M.: 2005. Fate of pesticides in the environment and its impact on human health. *Environment International*, 31(4), 479–485.
- Geissen, V. – et al.: 2015. Pesticide pollution in the soil environment: A review. *Science of the Total Environment*, 514, 125–138.
- Goulson, D.: 2013. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology*, 50(4), 977–987.
- González, A. – et al.: 2015. The role of microbial diversity in soil ecosystem services. *Soil Biology and Biochemistry*, 85, 1–10.
- Jablonowski, N. D. – et al.: 2011. Pesticides in the soil environment and their potential impacts on microbial communities. *Applied Soil Ecology*, 47(2), 58–68.
- Jangid, K. – et al.: 2011. Soil microbial community response to herbicides, insecticides and fungicides. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(3), 651–658.
- Kicklighter, D. W. – et al.: 1999. A first-order analysis of CO₂ fertilization effects on carbon budget: comparison of biosphere models. *Tellus B*, 51, 343–366.
- Krajnyák, E. K. – Szabó, B. – Kovács, Z. – Nagy Makszim Györgyné, T. – Györgyiné Kovács, A. – Csabai, J. – Abdurahmanov, I. – Abdurakhmonov, Z.: 2024. The effect of fermented poultry manure on triticale yield and quality. In: *E3S Web of Conferences*, 590, 01009.
- Kremer, R. J. – Li, Y. C.: 2003. Glyphosate affects microbial activity and diversity in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(3), 307–315.
- Kumar, S. – Singh, K. – Singh, R.: 2018. Impact of pesticides on soil health: A review. *Journal of Environmental Management*, 223, 479–487.
- Makszim, Gy. N. T. – Soós, A.: 2025. Land Sharing and Land Sparing in Agriculture – Can We Change Our Attitudes? *Eurochoices*, 24(1), 43–49.
- Mikha, M. M. – et al.: 2006. Soil microbial diversity and its relationship with organic matter and nutrients. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(3), 829–837.
- Miller, R. M. – Jastrow, J. D.: 1990. Hierarchy of soil microbial and fungal communities in the rhizosphere. *Soil Biology and Biochemistry*, 22(8), 1109–1115.
- Mondici, S.: 2020. Impactul folosirii glifosatului asupra mediului și siguranței alimentare. *Cercetare și performanță în agricultură SCDA Livada*, 5, pp. 40–46.
- Nannipieri, P. – Ascher, J. – Gaggi, C.: 2018. Microbial diversity and soil health. *Soil Biology and Biochemistry*, 122, 164–174.
- Pérez, M. A. – Becerra, M. A. – Alarcón, J.: 2015. Effects of herbicides on soil organic matter decomposition: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(2), 469–482.
- Rasool, S. – et al.: 2022. The impact of pesticides on environmental health: A global overview. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41(7), 1887–1899.
- Rousk, J. – Brookes, P. C. – Bååth, E.: 2016. Plant and microbial controls on organic matter decomposition in a changing climate. *Soil Biology and Biochemistry*, 98, 145–155.
- Rundlöf, M. – Andersson, G. K. S. – Bommarco, R.: 2015. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521, 77–80.
- Schjønning, P. – et al.: 2018. The role of soil organic matter for maintaining crop yields. *Advances in Agronomy*, 150, 35–79.
- Schlappi, D. – et al.: 2020. Long-term effects of neonicotinoids on ants. *Communications Biology*, 3, 1234567890.
- Sgolastra, F. – et al.: 2019. Neonicotinoid insecticides disrupt the soil microbial community. *Environmental Pollution*, 244, 30–40.
- Sharma, H. – et al.: 2012. Pesticide residues and their effects on the environment: A comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(3), 523–533.
- Suryatmana, P. – Setiawati, M. R. – Riztama, A.: 2024. The effect of mycorrhiza and vermicompost on Pb absorption and yield of chili. *South-Western Journal of Horticulture, Biology & Environment*, 15(1), 1–18.
- Van Bruggen, A. H. C. – et al.: 2018. Effects of pesticides on soil health and sustainability: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 259, 72–80.
- Vance, E. D. – Brookes, P. C. – Jenkinson, D. S.: 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass carbon. *Soil Biology and Biochemistry*, 19(6), 703–707.
- Zaller, J. G. – et al.: 2014. The impact of pesticide application on soil structure and function: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 196, 1–10.
- Zhou, W. – Li, M. – Achal, V.: 2025. A comprehensive review on environmental and human health impacts of chemical pesticide usage. *Emerging Contaminants*, 11, 1–13.

CUKKINIFAJTÁK PRODUKTIVITÁSA

IRINYINÉ OLÁH Katalin¹ – CSABAI Judit¹ – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit¹ – SZABÓ Béla¹ –
SIPOS Tamás² – UDVARI Anna¹

¹Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
olah.katalin@nye.hu

²Debreceni Egyetem, AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza Westsik V. út 4-6.
sipost@agr.unideb.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.10>

Bevezetés

A kertészeti termesztés sikerének egyik legfontosabb tényezője a megfelelő fajtaválasztás. Ehhez ismernünk kell a fogyasztói és felvásárlói elvárásokat, illetve a gazdaságos termesztés szükséges fajtatulajdonságokat. A jövedelmezőség függvénye a termés mennyisége és minősége. A főzőtök féléknél viszont, különösen a cukkini esetében meghatározó - leginkább frisspiaci értékesítést befolyásoló - tényező a kabak alakja és színe is. A kabaknövekedési dinamika (mint fajtatulajdonság) és a szedés ütemezésének eredménye a termés mérete, mely szintén az eladhatóságot befolyásolja. Kísérletünket 2022-2023. évben a Nyíregyházi Egyetem bemutató kertjében szántóföldi kisparcellás körülmények között négy cukkinifajtával állítottuk be. Közleményünkben a vizsgált fajták terméshozási tulajdonságait (terméssparaméterek (kabak hossza, átmérője, tömege), termés hozam, érési dinamika) értékeltük a 20 cm-nél hosszabb kabakok heti gyakorisággal történő begyűjtése esetén.

Irodalmi áttekintés

A cukkini rendkívül változatos fajtaválasztékkal büszkélkedhet, mely nemcsak a kabak külső megjelenésére (alak, szín), hanem a fajták növekedési típusára, tenyészidejük hosszára vagy betegség ellenálló képességére is vonatkozhat. Bár külföldön a cukkini régóta termesztett nyári tökféle (Lust and Paris, 2016), Magyarországon kereskedelmi fajtái néhány évtizede jelentek meg. Hazánkban saját nemesítésű fajták nincsenek forgalomban. A külföldi vetőmagcégek a vevők igényeinek megfelelően a sima felületű, sötétzöld színű fajták nemesítésére törekedtek (Balázs et al., 1987). Később keresztezéses nemesítéssel is igyekeztek a fajtaválasztékot bővíteni és színesíteni, melynek eredményeként létrejöttek a szürkészöld csíkokkal és bemosásokkal tarkított halványzöld, valamint sárga színű fajták (Hodossi, 2001, Sood et al., 2017). Alakja hosszúkás megnyúlt, vagy gömb lehet, felülete teljesen sima, vagy enyhén bordázott. Hazánkban főként a megnyúlt, sötétzöld színű kabakkal rendelkező fajták terjedtek el, míg a többi fajtát csak kisebb mennyiségben termesztik, ezért kereskedelmi forgalomba is ritkábban kerülnek (INTERNET 1). A megnyúlt henger alakú, sötétzöld héjú fajták közé tartozik a Black Beauty és a Nefertiti, világoszöld csíkozottságú fajta a Striato di Napoli. Hengeres alakú világoszöld, sárga vagy fehér héjú fajták a Summer Ace F1, Goldená és a Wanda. A legkülönlegesebb formájú cukkini a kerek, gömb alakú változat, legismertebb fajták közé tartozik a sötétzöld héjú Tondo di Piacenza, és a világoszöld, enyhén bordázott Tondo Chiaro di Toscana.

A cukkini alakjának és színének kiválasztásakor minden esetben a piac igényeit kell figyelembe venni (Ombódi, 2004), de termesztői szempontból nem tekinthetünk el egyéb fontos fajtatulajdonságoktól sem. A korai termesztési technológiákban szinte kizárólag a kisebb helyigényű és rövidebb tenyészidejű guggonuló típusokat termesztik, melyeknél a vetéstől az első szüretig 45-70 nap telik el. Zárt térben történő termesztés esetén – a beporzók hiánya miatt - érdemes előnyben részesíteni az öntermékeny vagy partenokarp virágokat nevelő fajtákat (Martínez et al., 2014). Ugyancsak előnyös tulajdonság a kiterjedt gyökérzet, illetve a nagy, de nyitott lombzat. A termelő számára lényeges a termések könnyű leválasztása, tárolhatósága (Carvajal et al., 2011; Rimóczi, 2020) vagy éppen tartósítási lehetőségei (Szuja, 2024). A kórokozókkal és kártevőkkel szembeni ellenálló képesség alapvetően meghatározza a

növényvédelmi technológia jellegét és a termesztés eredményességét (Bodnár, 2023; Desbiez, et al., 1997; Glits, 1997).

Anyag és módszer

A cukkinifajták megfigyelését 2022-ben és 2023-ban végeztük a Nyíregyházi Egyetem zöldségtermesztési bemutató kertjében. A terület talajának genetikai típusa humuszos homok, az arany féle kötöttségi szám (KA) alapján a IV. termőhelyi kategóriába sorolható, tehát laza homoktalaj. A talaj kémhatása gyengén lúgos, szénsavas mésztartalma alapján gyengén meszes. A talaj nitrogénellátottsága igen jónak számít, a káliumtartalom is az „igen jó” kategóriába sorolható. A kísérlet talajának foszforellátottsága viszont meghaladta az „igen jó” értéket is. A területről vett talajminta alapján a talaj magnézium-, réz-, illetve cinktartalma jó, a mangán mennyisége túlzó (Tarjányi, 1994; Buzás, 1983) (1. táblázat).

1. táblázat. Cukkini fajtakísérlet talajvizsgálati eredményei (Nyíregyháza, 2022)

Forrás: saját szerkesztés

A talaj vizsgált paraméterei	
pH érték (KCl)	7,31
Szénsavas mész [m/m%] légsz.a.	1,21
Humusz (K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄) [m/m%] légsz.a.	3,06
Arany féle kötöttségi szám [KA]	31
Kálium (kálium-oxidban kifejezve) (AL-oldható) [mg/kg] légsz.a.	376
Foszfor (foszfor-pentoxidban kifejezve) (AL-oldható) [mg/kg] légsz.a.	745
Magnézium (KCl-oldható) [mg/kg] légsz.a.	96,2
Réz (EDTA-oldható) [mg/kg] légsz.a.	1,68
Cink (EDTA-oldható) [mg/kg] légsz.a.	6,87
Mangán (EDTA-oldható) [mg/kg] légsz.a.	42,4

A 2. táblázat adatai alapján a terület havi középhőmérsékleti értékei mindkét kísérleti évben magasabb értékeket mutatnak, mint az 1870 és 2002 közötti nyíregyházi sokévi átlag (Kormány, 2003). A nyíregyházi sokéves átlaghoz közelebbi hőmérsékletet érzékelhettünk 2022. szeptemberében, 2023. májusában és júniusában. 2022 - ben a május kifejezetten meleg volt, mely kedvező feltételeket teremtett a cukkini magvak csírázásához. A nyári hónapok is kb. 3 °C-kal melegebbek voltak az átlagosnál. A szeptember viszont a korábbi hónapok hőmérsékletéhez képest hűvös. Ez a lehűlés a cukkini kabakfejlődését más hátrányosan befolyásolja. 2023 - ban a késő tavaszi viszonylag alacsony hőmérséklet nem kedvezett a helybevetett magvak csírázásának, viszont a szeptemberi átlagosnál magasabb hőmérséklet még lehetővé tette a kabakfejlődést.

2. táblázat. A levegő havi középhőmérsékletének alakulása a cukkini tenyésztése folyamán (Nyíregyháza, 2022-2023. év és a 1870-2002 közötti sokéves átlag)

Forrás: DE AKT Nyíregyházi Kutatóintézet, NYE mérőállomás (saját szerkesztés)

	havi középhőmérséklet (°C)		
	2022	2023	nyíregyházi sokéves átlag (1870-2002)
május	17,38	16,22	15,9
június	22,16	19,45	19,0
július	23,41	22,25	20,6
augusztus	23,43	22,69	19,8
szeptember	15,65	19,11	15,5

2021 őszén a kísérleti terület 30 t/ha-nak megfelelő mennyiségű érett lótrágyát kapott, melyet talajmaróval dolgoztunk a talajba. A terület előkészítése mindkét évben tavasszal, a szaporítást megelőzően történt. A kísérletben szereplő cukkinifajtákat állandó helyre vetéssel szaporítottuk. A magokat 100 cm sortávolságra és 80 cm tőtávolságra helyeztük egymástól, fészkenként 2 db mag elhelyezésével (a későbbiekben fészkenként 1 növényt hagytunk meg). A növényállomány öntözését csepegtető öntözőrendszerrel biztosítottuk, a tenyészidő során két alkalommal kézi gyomtalánítást végeztünk, tápanyag utánpótlás és növényvédelmi beavatkozás nem történt.

A kabakok betakarítása 2022-ben június 17-én kezdődött és október 11-én ért véget. 2023-ban az első szedés június 29-én valósult meg, az utolsó pedig szeptember 28-án. A cukkini kabakok begyűjtése és mérése mindkét évben heti rendszerességgel megtörtént. Azok a cukkinik kerültek szedésre, amelyek hossza 20 cm vagy afeletti volt. A mérések során a kabak hossza, átmérője és tömege került rögzítésre. A hosszúságot mérőszalag, az átmérőt (a kabakok legszélesebb pontján mérve) tolómérő segítségével határoztuk meg. A tömeget digitális mérleggel mértük.

Négy cukkinifajtával dolgoztunk, mely fajták szerepelnek az Európai Unió Hivatalos Lapjában, azon belül a zöldségfajok közös fajtajegyzékében (INTERNET 2).

A Black Beauty bokros növekedésű fajta, amely másodvetésre is kiváló. Nagy hozamú, biztonságosan és könnyen termesztethető. Termése hosszú, hengeres, enyhén bordázott, héja sötétzöld színű, húsa fehér, ízletes és puha, kevés magot tartalmaz. Akkor a legízletesebb, amikor a termés 15-20 cm hosszú. Kiválóan alkalmas friss fogyasztásra, valamint savanyításra is (INTERNET 3) (1.a. ábra). Magyarországon a legnépszerűbb cukkinifajta. Spanyolországból származik, fajtafenntartója Semillas Batlle S.A. (INTERNET 2).

A Goldena kompakt növekedésű, bőtermő cukkinifajta. Termése hengeres alakú, fényes, zsengén élénksárga színű, éretten sötétnarancs színűvé válik. Akkor a legízletesebb, amikor termés 16-20 cm méretű (INTERNET 4) (1.b. ábra). A Cseh Köztársaságból származik, fajtafenntartója Moravoseed CZ a.s. (INTERNET 2).

A Striato di Napoli bokros növekedésű, nagy termőképességgel jellemezhető korai cukkinifajta. Karcsú, hengeres, egyenletes méretű terméseket hoz, amelyek 20-22 cm hosszúak. Héja zöld, világosabb, hosszanti csíkokkal díszítve. Kiválóan alkalmas tavaszi és nyári termesztésre egyaránt (INTERNET 5) (1.c. ábra). Olaszországból származik, fajtafenntartója SAIS (Società Agricola Italiana Sementi) (INTERNET 2).

A Wanda világoszöld héjú, korai cukkini hengeres terméseket hoz. Szabadföldi termesztésre ajánlott és megbízhatóan termő fajta (INTERNET 6) (1.d. ábra). A Cseh Köztársaságból származik, fajtafenntartója Moravoseed CZ a.s. (INTERNET 2).



1.a. ábra. Black Beauty cukkini fajta



1.b. ábra. Goldena cukkini fajta



1.c. ábra. Striato di Napoli cukkini fajta



1.d. ábra. Wanda cukkini fajta

1. ábra. A kísérlet cukkinifajtái (Nyíregyháza, 2022-2023)
Forrás: Udvari Anna

Eredmények és értékelésük

A cukkinifajták eredményes termesztetőségének meghatározásához kísérletünkben vizsgáltuk azok csírázókéességét, kabakparamétereit és termőképességét, valamint terméshozási dinamikáját. Az eredmények értékelése során figyelmet fordítunk a fajták összehasonlítására és a kísérleti évek közötti különbségekre egyaránt.

A csírázókéességének eredményeit a ... táblázat mutatja be. A Black Beauty fajta magjai mindkét vizsgálati évben 50 %-os csírázókéességgel rendelkeztek. A többi fajta 2022-ben jobb csírázási arányt mutatott, mint 2023-ban. Míg a Wanda 70%-os, a Goldena 55%-os csírázókéességgel bírt 2022-ben, 2023-ban az elvetett magvak mindössze 40%-a csírázott ki. A Striato di Napoli kicsírázott magjainak aránya 2022-ben 53%, 2023-ban pedig 10 % volt. E kedvezőtlen csírázási érték és az ebből adódó alacsony növényszám (mintaszám) miatt a Striato di Napoli cukkinifajta egyéb mérési paramétereit ebben a publikációban nem közöljük..

3. táblázat. Cukkinifajták csírázókéessége (Nyíregyháza, 2022-2023)

cukkinifajták vizsgált paraméter	Black Beauty		Goldena		Striato di Napoli		Wanda	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
csírázókéesség (%)	50	50	55	40	53	10	70	40

A kísérlet során alkalmazott betakarítási módszerrel - miszerint heti rendszerességgel a 20 cm-nél hosszabb kabakok kerültek begyűjtésre – az alábbi eredményeket kaptuk. A kabakparamétereket bemutató táblázat (... táblázat) eredményei szerint a Black Beauty cukkinifajta mind a két kísérleti évben közel azonos méretű terméseket nevelt, melyek kabakhossza 32 cm, kabakátmérője 8 cm, kabaktömege pedig kb. 1000 g volt. A Goldena és a Wanda fajták eltérően viselkedtek a vizsgált években. A Goldena 2022-ben nevelt nagyobb méretű kabakokat, ezek átlagos hosszúsága elérte a 39 cm-t, átmérőjük a 9 cm-t, tömegük pedig átlagosan 1550 g körül alakult. Ugyanez a fajta heti betakarítási gyakorisággal 2023-ban 25 cm hosszú terméseket produkált, melyek 6 cm átmérőjűek voltak, tömegük kevéssel haladta meg a 750 grammot. A Wanda cukkinifajtánál ellenkező évráthadást tapasztaltunk. 2022-ben kisebb termésparamétereket mértünk, miszerint az átlagos kabakhossz 26 cm, a kabakátmérő 7 cm, a kabaktömeg kevéssel 1000 gramm alatt van. Ugyanennél a fajtánál 2023-ban nagyobb kabakokat takarítottunk be. Ez leginkább a kabak tömegében mutatkozott meg, mely átlagosan 1300 gramm körüli értékű volt.

A kabakparaméterekhez hasonlóan a Black Beauty egy töre vetített termésszáma és terméstömege a vizsgálat éveiben lényeges eltérést nem mutat. A teljes tenyészidőben betakarított termés mennyisége 7-8 kabak növényenként, melynek össztömege 7-8 kg. A Goldena fajta 2022-ben kevesebb, nagyobb méretű kabakokat nevelt, mint 2023-ban. A 1550 gramm körüli termésekből átlagosan 7,64 db-ot takarítottunk be növényenként. E fajta esetében 2023-ban kisebbek voltak a termések (alig fele tömegűek, mint 2022-ben), viszont növényegyenkénti számuk meghaladta a 10 darabot. A Wanda a vizsgálat első évében kisebb méretű kabakokat nevelt, azokból is viszonylag keveset. Tövenként 5,43 db termést szedtünk le a teljes tenyészidőszak alatt. A következő évben a kabakok nagyobbak voltak és számuk is kedvezőbb értéket mutatott (7,67 db/tő).

A Black Beauty cukkinifajta esetében a 2023-ban elért kedvezőbb növényenkénti kabakszám és terméstömeg eredményeként a hektáros termésmennyiség 14 tonnával nagyobb értéket (101,5 t/ha) mutat, mint 2022-ben. A Goldena terméshozama 2022-ben (150 t/ha) 47 tonnával volt több, mint 2023-ban. Ez azzal magyarázható, hogy a kabaktömegek nagymértékben eltértek egymástól a két kísérleti évben. A Wanda fajta 2023-as eredményei alapján 122 t/ha terméshozam számítható, ami majdnem kétszerese a 2022. év 65 t/ha mennyiségének. A Wanda esetében a 2023. év kimagaslóan jó terméseredménye a nagy tömegű kabakoknak és a nagy kabakszámnak köszönhető.

Az évjáratot is figyelembe véve összehasonlítva a három cukkinifajta kabakjait azt mondhatjuk el, hogy a legnagyobb (2022-ben) és a legkisebb terméseket (2023-ban) is a Goldena fajta eredményezte, mind a termés hossza, átmérője és tömege tekintetében. A Black Beauty és a Wanda termésparaméterei ingadozásmentesebbek voltak a vizsgált években. A növényenkénti kabakszám tekintetében mindkét évben a Goldena (2022-ben 7,6 db, 2023-ban 10,75 db) emelkedett ki a vizsgált cukkini fajták közül. Legalacsonyabb értékei a Wandának voltak (2022-ben 5,4 db, 2023-ban 7,67 db). A növényenkénti legnagyobb összes terméstömeget 2022-ben a Goldena (12 kg/növény), 2023-ban viszont a Wanda (9,79 kg/növény) fajtánál mértük. A legkevesebb termést pont ellenkezőleg, 2022-ben a Wanda (5,24 kg/növény), 2023-ban a Goldena (8,25 kg/növény) (illetve mellette a Black Beauty (8,12 kg/növény)) produkálta. Az egy hektárra vetített termésmennyiség 2022-ben a Goldena, 2023-ban a Wanda fajtánál volt kiemelkedő.

Ha az évjáratról függetlenül (két év átlagát vizsgáljuk) összevetjük a fajták kabakparamétereit, akkor azt állapíthatjuk meg, hogy a Black Beauty és a Goldena hosszabb kabakokat (32 cm) neveltek, mint a Wanda (27,3 cm), de a három fajta kabakátmérője közel azonos (7,45 cm, 7,8 cm és 7,95 cm) volt. Két év átlagában a legnagyobb tömegű kabakokat a Goldena nevelte (1170 g), a legkisebbeket pedig a Black Beauty (1032 g), de érdemi különbség ebben az esetben sincs a fajták között. A növényenkénti termésszám (9,2 db) és terméstömeg (10,1 kg) szintén a Goldena esetében kimagasló. A másik két fajta elmarad ettől az eredménytől. Legnagyobb termésmennyiséget a Goldena termesztésekor értük el, a kísérleti évek eredményeiből levonhatóan átlagosan 126,7 t/ha-t. A Black Beauty és a Wanda termésáhozama ettől szerényebb 94 t/ha körüli értéket mutat.

4. táblázat. Cukkinifajták kabakparaméterei, tövenkénti terméseredményei és hektárra vetített termésáhozama (Nyíregyháza, 2022-2023)

vizsgált paraméterek	Black Beauty			Goldena			Wanda		
	2022	2023	átlag	2022	2023	átlag	2022	2023	átlag
kabakhossz (cm)	32,6	32,5	32,55	39	25,3	32,1	26,2	28,4	27,3
kabakátmérő (cm)	8	7,9	7,95	9,3	6,3	7,8	7,2	7,7	7,45
kabaktömeg (g)	1049	1015	1032	1573	767	1170	965	1276	1120
tövenkénti kabakszám (db)	6,7	8	7,35	7,64	10,75	9,2	5,43	7,67	6,55
tövenkénti terméstömeg (kg)	7	8,12	7,56	12	8,25	10,1	5,24	9,79	7,52
hektáros termésmennyiség (t)	87,8	101,5	94,65	150,2	103,1	126,7	65,5	122,4	93,95

jelmagyarázat

- fajták közötti legkisebb értékek
- fajták közötti legnagyobb értékek
- legkisebb átlagértékek
- legnagyobb átlagértékek

Következtetések

A kísérletben szereplő cukkinifajták morfológiai bélyegeken, csírázóképeségben és termésmutatókban is különböztek egymástól. Évjárat hatást is megfigyelhetünk a fajtákon belül. Eredményeink alapján a Black Beauty cukkinifajtára kiegyenlített csírázás, termésmutatók és termésmennyiség jellemző. A fajta kevésbé reagál az időjárási elemekre, eltérő időjárási körülmények között is megbízhatóan terem. Kísérletünkben termésmennyisége 87-100 t/ha. A Goldena valószínűleg a 2022-es év átlagosnál melegebb időjárásának hatására nagy, 1500 grammos kabakokat nevelt. Friss piaci értékesítés esetén ez a termés méret már nem kívánatos, a feldolgozó ipar viszont tudja hasznosítani. 2023-ban feltételezhetően a 2022. évitől valamivel

alacsonyabb hőmérséklet eredményezte a több, de kisebb méretű terméseket, melyek szívesen látott termékek a fogyasztók körében. Eredményeink szerint a Goldena cukkinifajta termésképzését és növekedési ütemét a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. Ugyanez állapítható meg a Wanda esetében is. Ez a cukkinifajta 2022-ben kisebb és kevesebb kabakot nevelt, mint 2023-ban. Ezen fajta terméskötődésére a melegebb nyári hőmérséklet kedvezőtlenebb hatást gyakorol. Alacsonyabb hőmérsékleten kötődése jobb, de kabakjai túlnőnek.

Összefoglalás

Míg korábban a cukkini a zöldségkülönlegességek körét gazdagította, napjainkban általános elterjedt és sokoldalúan felhasznált zöldségnek számít, melyet feldolgozóipari alapanyagként és friss piaci áruként egyaránt értékesítenek. 2022-ben és 2023-ban a Nyíregyházi Egyetem tangazdaságának bemutató kertjében szabadföldi kisparcellás körülmények között cukkini fajtakísérletet állítottunk be. A Black Beauty, Goldena, Striato di Napoli és Wanda fajtakat vizsgáltuk. Mértük a fajtak csírázóképeségét, a heti rendszerességgel betakarított 20 cm-től hosszabb kabakok hosszát, átmérőjét és tömegét, megállapítottuk az egy töre jutó kabakok számát és tömegét, illetve az egy hektáron megtermeszthető termés mennyiségét. Eredményeink szerint a Black Beauty fajta mindkét kísérleti évben megbízhatóan termett, terméssparaméterei és termés hozama nem ingadozott. Ezzel ellentétben a Goldena és a Wanda fajtak termésmennyisége és kabakjellemzői nagy eltérést mutattak a kísérleti években. Ezen eltérés oka feltételezhetően összefüggésben áll a kísérleti években tapasztalt hőmérséklet különbséggel.

Kulcsszavak: cukkini (*Cucurbita pepo* L. *convar. giromontiina* Duch), fajta, kabakparaméter, termés hozam

Irodalom

- Balázs, S. – Filius, I. – Hodossi, S.: 1987. Zöldségkülönlegességek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 196-198. p.
- Bodnár, M. (2023). Szabadföldön termesztett cukkini lisztharmat fertőződésének vizsgálata, és az ellene használt különböző fungicides kezelések összehasonlítása. Diplomamunka. Debreceni Egyetem, (Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar
- Buzás, I.: 1983. A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- Carvajal, F. – Martinez, C. – Jamilena, M., – Garrido, D. (2011). Differential response of zucchini varieties to low storage temperature. Scientia Horticulturae, 130(1), 90-96.
- Desbiez, C. – Lecoq, H. (1997). Zucchini yellow mosaic virus. Plant pathology, 46(6), 809-829.
- Glits, M.: 1997. Az uborka betegségei. In: Glits Márton – Horváth József – Kuroli Géza – Petróczy István (szerk.): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 360-370. p.
- Hodossi, S.: 2001. Zöldségkülönlegességek termesztési és hasznosítási lehetőségei. PRIMOM Vállalkozásélénkítő Alapítvány. Nyíregyháza. 140-144. p.
- Kornágy, Gy.: 2003. Nyíregyháza éghajlata. In.: Frisnyák S. (szerk.) Nyíregyháza. Előadások a város újratelepítésének 250. évfordulóján. Kiadó: Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszéke. Nyíregyháza
- Lust, T. A. – Paris, H. S. (2016). Italian horticultural and culinary records of summer squash (*Cucurbita pepo*, Cucurbitaceae) and emergence of the zucchini in 19th-century Milan. Annals of Botany, 118(1), 53-69.
- Martinez, C. – Manzano, S. – Megias, Z. – Garrido, D. – Picó, B. – Jamilena, M. (2014). Sources of parthenocarpy for zucchini breeding: relationship with ethylene production and sensitivity. Euphytica, 200(3), 349-362.
- Nagy, J.: 2000. Dinnye, uborka, tök (kabakosok). Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- Ombódi, A.: 2004. Spárgatök, cukkini, csillagtök. In: Hodossi Sándor – Kovács András – Terbe István (szerk.): Zöldségtermesztés szabadföldön. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 189-192. p.
- Rimóczi, I.: 2020. Csak cukkini. Kertészet és Szőlészet. 69 (22) 6-8. p
- Sood, R. – Gupta, S. – Rana, M. K.: 2017. Zucchini. In Vegetable Crop Science (pp. 573-582). CRC Press.
- Szuja, J.: 2024. A cukkini tartósítási lehetőségei. Hallgatói dolgozatok, Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar
- Tarjányi, F.: 1994. Trágyázási ismeretek. In: Balázs Sándor (szerk): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 111-112. p.

INTERNET 1:

<https://www.nak.hu/sajto/sajtokozlemenyek/106053-rendkivul-valtozatos-a-nyari-tokfelek-kinalata>

INTERNET 2: Zöldségfajok közös fajtajegyzéke:

<file:///C:/Users/admin/Downloads/z%C3%B6lds%C3%A9gfajok%20k%C3%B6z%C3%B6s%20fajtajegyz%C3%A9k%20%E2%80%94%2030%20teljes%20kiad%C3%A1s-ca32320111108hu00010582.pdf>

INTERNET 3:

<https://semillasbatlle.com/en/productsbatlle/seeds/ecological-seeds/horticultural-seeds-organic-seeds/black-beauty-courgette-ecologic/>

INTERNET 4:

<https://moravoseed.cz/eshop/detail.php?id=285>

INTERNET 5:

<https://www.gazdabolt.hu/T12730-Cukkini-csikos-Striato-di-Napoli-3g-ZKI.html>

INTERNET 6:

<https://moravoseed.cz/eshop/detail.php?id=528&kat=4>

PRODUCTIVITY OF ZUCCHINI VARIETIES

Katalin Irinyiné Oláh¹, Judit Csabai¹, Edit Kosztyuné Krajnyák¹, Béla Szabó¹, Tamás Sipos², Anna Udvari¹

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
olah.katalin@nye.hu

²University of Debrecen, CAES Research Institute of Nyíregyháza,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik V. Str. 4-6
sipost@agr.unideb.hu

Summary

Zucchini used to enrich the range of vegetable specialties. Today, it is considered a common and versatile vegetable. It is sold both as a raw material for the processing industry and as a fresh market commodity. In 2022 and 2023, we set up a zucchini variety experiment in open-field small-plot conditions in the demonstration garden of the teaching farm of the University of Nyíregyháza. We examined the Black Beauty, Goldená, Striato di Napoli and Wanda varieties. We measured the germination capacity of the varieties, the length, diameter and weight of zucchinis longer than 20 cm harvested on a weekly basis, we determined the number and weight of zucchinis per stalk, and the amount of crop that can be grown per hectare. According to our results, the Black Beauty variety produced reliably in both experimental years, and its squash parameters and yield did not fluctuate. In contrast, the yield and squash characteristics of the Goldená and Wanda varieties showed large differences between the experimental years. The reason for this difference is presumably related to the temperature differences experienced during the experimental years.

Keywords

zucchini (*Cucurbita pepo* L. *convar. giromontiina* Duch), variety, squash parameters, yield

A ZÖLDMETSZÉS HATÁSA MEGGYFAJTÁK TERMŐRÉSZ KÉPZÉSÉRE

IRINYINÉ OLÁH Katalin – CSABAI Judit – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit – SZABÓ Béla – KOVÁCS Dávid

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
olah.katalin@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.11>

Bevezetés

A metszés célja a gyümölcstermő növények termőegyensúlyának fenntartása. Míg korábban a fasmetszést részesítették előnyben, napjainkban felértékelődik a különböző zöldmetszési módok alkalmazása. A helyes időben és mértékben végzett zöldmetszés – javítva a fa koronájának kedvező fényellátását – pozitív hatást gyakorol a termés színeződésére és érésére, a vesszők és rügyek beérésére, illetve a virágrügy és termőrész képződésre és így a következő év termésmennyiségére is. Meggyel beállított kísérletünkben arra kerestünk választ, hogy a különböző termőrész képzéssel rendelkező meggyfajták miképpen reagálnak a termésbetakarítás után elvégzett zöldmetszésre (hajtásválogatásra és hajtásvisszacspésre). Vizsgáltuk a kísérlet fajtáinak termőrézsképzési sajátosságait, valamint a metszés hatását a termőrézsek összetételére és mennyiségére.

Irodalmi áttekintés

A csonthéjas gyümölcsfajoknak, így a meggynek is különálló virág- és hajtásrügyei vannak, vegyesrügyeik nincsenek. A meggy esetében a magános rügyállás gyakori, de nem kizárt, hogy egy rügyalapon virág- és hajtásrügy is van. Virágrügyeik mindig a vesszők oldalán alakulnak ki. Az éves vesszők oldalrügyei a meggyfákon nagy gyakorisággal virágrügyek, amikor ez túlzott mértékű, a felkopaszodás elkerülhetetlen. A virágrügyekből virág fejlődik, melyből termékenyülést követően termés lesz, a hajtásrügyből hajtás képződik (Sipos, 2009). A meggy esetében négy termőrést különböztetünk meg, melyek a termőnyárs, bokrétás termőnyárs, középhosszú és hosszú termővessző. Termőnyársnak azokat a rövid, 2-10 cm-es vesszőket nevezzük, amelyeknek oldalán virág- és hajtásrügyek helyezkednek el. A bokrétás termőnyárs szintén rövid termőrész, melyre az jellemző, hogy néhány centiméter hosszú, a csúcán található rügyek közül a középső karcsú, vékony hajtásrügy, a többi pedig virágrügy. A termőnyárs hajtása több évig is bokrétás termőnyárrá alakulhat. Az idősebb 4-5 éves alappal rendelkező bokrétás termőnyárs virágrügyei számban és fejlettségben is csökkenőbbek, mint a fiatalabbak, ezért ezeket vagy távolítsuk el, vagy kényszeríthetjük a fát termőgally-íjítással erősebb hajtásképzésre (Sipos, 2009). Megfogalmazható, hogy ha nagy a bokrétás termőnyársak fán belüli sűrűsége, úgy általában a vesszők is harmonikus virágzást produkálnak. Viszont, ha elmarad a nyársképződés, teljes mértékben a vesszők virágai veszik át a terméshordozás szerepét (Gonda, 2010). A középhosszú termővessző 20-40 cm hosszúságú, a hosszú termővessző 40 cm-től hosszabb, oldalukon virág és hajtásrügyek is előfordulhatnak. A Pándy és a Cigánymeggy fajták esetében a vesszőn található oldalrügyek többnyire virágrügyek, hajtásrügy csak elvétve fordul elő, viszont a csúcsrügyük mindig hajtásrügy. Ebből kifolyólag a vesszőik gyorsan felkopaszodnak (Sipos, 2009; Gonda-Vaszily, 2014). Fiatal korban a rövid termővesszők (bokrétás termőnyárs, termőnyárs) mellett a középhosszú vesszőknek is szerepe van a terméshozásban. Ezek rendszeres erős metszéssel termőkorban is megtarthatók (G. Tóth, 2001). A korona habitusa szoros összefüggést mutat a termővesszők típusával és megoszlásával (Soltész, 2004). G. Tóth (2001) négyféle meggy koronaalakot különböztet meg. A feltörő kúp alakú koronát nevelő fák, az ún. „cseresznye” habitusúak erős központi tengellyel rendelkeznek (Érdi nagygyümölcsű, Meteor korai). Ezek termőrész előfordulás és megújulása a cseresznyéhez hasonló (G. Tóth, 2001). A hosszú termővesszőt nagy arányban nevelő fajták szétterülő koronájúak és lecsüngő gallyazatúak (Soltész, 2004). A hazai meggyfajtákra a sátorozó,

széttérülő gömb és a lecsüngő gömb alakú korona jellemző, melyek lehajló, fokozottan elágazódó, csüngő, felkopaszodásra (ostorosodásra) hajlamos ágrendszerrel rendelkeznek (Mohácsy et al., 1968; G. Tóth, 2001). A gyümölcsfélék közül az ostorosodás meggyre jellemző tulajdonság, mely a hosszú vesszők sorozatos felkopaszodása révén alakul ki. Ezeknek az ostoroknak csak a végén találunk termésképzésre alkalmas rügyeket, a képlet többi része teljesen kopasz. A felkopaszodási hajlam fajtától is függ, de befolyásolja a metszés hiánya és az abból adódó kedvezőtlen fényviszonyok (Gonda-Vaszily, 2014). A csonthéjas gyümölcsfajok esetében különösen jelentős, hogy a napfény minél nagyobb felületen érje a korona belsejét. Ezáltal lelassul a felkopaszodás, megfelelő mennyiségű termőrész képződik a korona külső és belső felületén egyaránt. Meggyen – mivel rügyei csak 1 évig élnek – ha a termőgallyak, vagy a vázágak felkopaszodnak, újabb hajtásnövekedést csak erős metszéssel érhetünk el (Pór-Fabula, 1982), melyre kiváló regenerálódó képességének köszönhetően jól reagál (Gonda-Vaszily, 2014). Ritkító metszéssel az ostorképződés megelőzhető vagy mérsékelhető (G. Tóth, 2001). A felkopaszodás mértékét az alanyhasználat is befolyásolja. Sajmeggy alany használata esetén a regenerációs képesség javul, ezzel csökken a felkopaszodás mértéke (Gonda, 2008).

A termővesszők típusa és aránya határozza meg a fák termőkorai metszését. A középhosszú és hosszú termővesszővel bővelkedő fajták (ilyen például a Cigánymeggy és a Schattenmorelle) évenkénti erős és rendszeres metszést igényelnek. Az azonos arányú rövid és középhosszú termőrész képzéssel jellemezhető fajták esetében, mint az Érdi jubileum, a Kántorjánosi, a Korai pipacsmeggy, az Újfehértói fürtös és a Pándy meggy két évenkénti metszésről kell gondoskodni. A bokrártás termőnyársak és termőnyársak túlsúlya három évenkénti metszést tesz indokolttá. Így érdemes metszeni például a Csengődi, a Meteor korai, Érdi nagygyümölcsű, Oblacsinszka fajtákat. Azon meggyfajták esetében, ahol a fiatal fákön a rövid, az idősebb fákön a hosszú termőrészek nagyobb aránya figyelhető meg évenkénti rendszeres erős metszést kell alkalmazni (Gonda, 2004).

A metszés célja a gyümölcstermő növény termőegyensúlyi állapotban tartása, azaz a növekedési és termésképzési folyamatok összhangjának kialakítása. Ennek eredményeként a fa mennyiségben és minőségben is a legjobb termést adja. A soha nem metszett fa is valamilyen egyensúlyba kerül a környezetével, ez az állapot azonban nem felel meg termesztési céljainknak (Gerhard, 1996). A metszetlen korona termőegyensúlya (a fény hiánya miatt) megbomlik, mely fejletlen hajtások képződését vagy a termőrészek túlzó jelenlétét eredményezi a korona belsejében. Mind a fás-, mind a zöldmetszéssel egyrészt elhárítjuk, másrészt pedig késleltetjük a kedvezőtlen folyamatot (Czáka-Valló, 2024).

A tenyészidőben végzett metszést zöldmetszésnek nevezzük. A szakemberek véleménye megoszol a zöldmetszésről illetően, mivel a beavatkozással a gyümölcstermő növény asszimilációs felületét csökkentjük. Megzavarhatjuk a rügyképződést, a következő évi termésképzés alapját. A megfelelő időben és mértékben végzett zöldmetszésnek helye van a termesztéstechnológiában. Kísérletek igazolják, hogy meggy és cseresznyeültetvényekben közvetlenül a szüretet követő időszakban végzett zöldmetszés hatására nőtt a virágrügyek száma és a termés mennyisége (Soltész, 2004). Többféle zöldmetszési eljárás alkalmazható. Az alakító zöldmetszés során a vezérhajtásokkal versengő konkurensokat távolítjuk el, melynek eredménye, hogy a fa asszimilációs energiáját a koronaalakulásra kedvezően csoportosítjuk át (Brunner, 1991). A koronafenntartó zöldmetszés célja elsősorban, hogy napfénytől átjárhatóbbá, szellősebbé tegyük a koronát. Ennek eredményeként jól beérik a hajtás és rajta a szemek (rügyek), színesebb és ízesebb lesz a gyümölcs. Nyár végén sokkal erőteljesebb a sebggyógyulás, mint a kora tavaszi fásmetészek idején, tehát növényvédelmi szempontból is előnyös (Czáka-Valló, 2024).

Zöldmetszési eljárás a hajtásválogatás, mely erőteljes zöldmetszési beavatkozás. Ezzel a művelettel a fölösleges hajtásokat töböl eltávolítjuk. Alkalmazhatjuk a korona kialakítása során és termőkorban egyaránt. Koronaalakításkor eltávolíthatjuk fiatal fáink fő- és oldalvezérhajtásainak konkurensait, az ikerhajtások egyikét, a korona belsejébe növvő, egymást keresztező, sűrűsítő hajtásokat. A termőkorú fa nyár végi hajtásválogatásának fő célja a szellős, napsütötte lombkorona kialakítása, a vesszőbeérés elősegítése, a gyümölcs színeződésének és érésének optimalizálása. A nyár végi hajtásválogatást július végén, augusztusban végezzük,

amikor a hajtások rendszerint félfás állapotban vannak és a rajtuk lévő szemek már nem hajtanak ki a tenyészidőben. A hajtásválogatáskor a beteg, sérült, kedvezőtlen helyzetű, egymást keresztező és a korona belseje felé növe hajtások közül válogassunk. A fattyúhajtások többször történő eltávolítása nem javasolt, érdemes azokat levélkoszorúra metszeni (Gonda, 2016; Czáká-Valló, 2024).

Az erőteljes növekedésű és sűrű koronájú fák alakító és termőkori fenntartó metszése során hasznosíthatjuk a hajtásvisszacspítés (princírozás) hatását. A beavatkozással hat-nyolc levélre csökkentjük a hajtásokat, ezzel a hajtástenyésző csúcsot is eltávolítjuk. A júliusi visszametszés hatására a végálló és az alatta lévő egy-két szemből másodrendű hajtásokat kapunk, melyek nem sűrítik a koronát. Az alsó helyzetű szemek nagy valószínűséggel termőrégyekké alakulnak. A pincírozott hajtás környezetében az újabb hajtások képződése csökken (Czáká-Valló, 2024).

A levélkoszorúra metszés egy olyan metszémód, más néven Lorette-metszés, amely során egy-egy rendszerint függőlegesen álló hajtás túl erős növekedése miatt nem kívánatos, de többször történő eltávolítás hiányát keltene a koronában. Az ilyen hajtásokat nem többször vágjuk ki, hanem a hajtásalapra, az ott elhelyezkedő fejletlen szemekre, illetve az őket ölelő levélkoszorúra metsszük vissza. A szemekből jövőre a vízszinteshez közeli, gyenge termőjellegű hajtások fejlődnek. Ezt a beavatkozást július végén, augusztus elején végezzük (Czáká-Valló, 2024).

A legkevésbé ártalmas és jelentős metszési beavatkozás a vitorla visszacsípése, mely a hajtáscsúcs megsértése nélkül a növekvő hajtás csúcsi részén lévő levelek kurtításából áll. Célja a hajtásnövekedés késleltetése.

Anyag és módszer

A vizsgálatainkat 2022-ben végeztük egy baktalórántházai gyümölcsültetvényben, melyben meggyen kívül cseresznyét és szilvát is termesztünk. A vizsgálat tárgyát képező meggyültetvény 2014-es telepítésű, benne 7 éves termőre fordult fákkal. A sor- és tőtávolság 7x4 méter. A kialakított koronaforma szabadorsó, 80-90 cm-es törzsmagassággal. A fák rendszeres, rügypattanás utáni fásmetésben részesülnek.

A vizsgálatba három meggyfajtát vontunk be, az Éva, a Petri és a Kántorjánosi 3 fajtákat. Az Éva Szőke Ferenc által szelektált 2007-től államilag elismert fajta. Termésmennyiségben a legbővebben termő fajták közé sorolható. Gyümölcse közepes, gömbölyded, felülről kissé nyomott. Héja sötétpiros és fényes, húsa kemény, mérsékelten festőlevű. Íze kissé savas, cukortartalma kisebb, mint az Újfehértói fürtösé. Friss fogyasztásra, ipari feldolgozásra és gyorsfagyasztásra alkalmas. Érés ideje július eleje. Fája erős növekedési hajlamú, koronája felfelé törő, felső kétharmadánál a vágások kifelé hajlanak. Felkopaszodásra kevésbé hajlamos, mint az Újfehértói fürtös, vesszői idősebb korban lecsüngők, ostorosabb hajlamúak. Rendszeres ritkító és mérsékelt ifjító metszést igényel (Szabó et al. 2008; Szabó, 2014).

A Petri szintén Szőke Ferenc szelekciós nemesítő munkájának az eredménye. 2007-ben kapott állami elismerést. Bőtermő fajta, gyümölcse közepes, kissé lapított gömb alakú. Héjának színe fénylő, bordópiros. A húsa kemény, mérsékelten festőlevű. Íze harmonikusan savas, édes. Frissfogyasztásra, iparifeldolgozásra és gyorsfagyasztásra kiválóan alkalmas. Július elején érik. A fája középerős növekedésű, kissé felfelé törő, majd szétterülő gömb koronát nevel. A növekedése termőkorban kiegyenlített, koronája ritkítást igényel. Kiemelkedően jó az elágazási képessége, felkopaszodásra nem hajlamos. Termőrész-berakódottságának hajlama kiváló, vesszői teljes hosszukban berakódnak virágrügyekkel (Szabó et al. 2008; Szabó, 2014).

A Kántorjánosi 3 1994-ben elismert tájfajta, Szabó Tibor szelekciós nemesítésének eredménye. Gyümölcse közepes, alakja kissé nyomott gömb, színe bordópiros, húsa piros, közepesen festőlevű, kemény, repedésre kevésbé hajlamos. Magas a titrálható savtartalma, ami erőteljes ízt eredményez. Friss fogyasztásra, feldolgozásra és gyorsfagyasztásra alkalmas. A fajta középerős, erős növekedésű fát nevel. Koronája szétterülő emiatt fája alacsony. Kopaszodásra hajlamos, ezért a korona rendszeres metszése javasolt, mely nagyrészt a vesszők megfelelő mértékű ritkításából áll. Ezzel megakadályozzuk a kopaszodást és egyúttal növeljük a gyümölcsméretet

és a hozamot. Lecsüngő vesszői jó elágazási hajlamúak, virágrügyekkel jól berakódottak (Szabó et al. 2008; G. Tóth, 2001; Szabó, 2014).

2021 tavaszán a három vizsgált meggyfajtából fajtánként 10 darab, hasonló habitusú és fejlettségű (erősségű) fát választottunk ki egymás közelében. A fajtánként kiválasztott 10 fából ötöt kezeltünk, ötöt pedig kontrollként hagyunk meg. A kontroll és a kezelt fák 2021. tavaszán egységesen fás metszésben részesültek. 2022-ben viszont mindkét állományban (kontroll és kezelt) elmaradt a tavaszi fás metszés. A kezelt fák 2021. augusztus 21-én és 26-án végeztük el a zöldmetszést, mely során elsőként a sérült, beteg részeket távolítottuk el, majd a függőleges víz- és fattyúhajtásokat rövid csonkra való metszéssel. A zöldmetszéskor arra törekedtünk, hogy a koronát ritkítsuk, a vázágemeleteket szabaddá tegyük, azokat jól elkülönítsük egymástól. A Kántorjánosi fajtánál külön figyelmet szenteltünk arra, hogy a felkopaszodott vesszőket visszametszesszük. Az egyik Éva fánál kissé erőteljesebb beavatkozásra volt szükség, mivel egy erősen felfelé törő, a központi tengellyel konkuráló ágat kellett eltávolítanunk. A metszéssel nyitottabbá, szabadabbá és fény által jobban átjárhatóbbá sikerült tenni a gyümölcsfák koronáját. Kézi metszőollóval végeztük a metszést, az idősebb gallyakat pedig ágvágó ollóval távolítottuk el. A kontroll fákat augusztusi metszésben nem részesítettük.

2022. április 22-én végeztük el a termőrészek felmérését, a fajtánként nyári metszésben részesült és a kontrollként kijelölt 5-5 darab fán. Fánként 10 darab 3 éves termőgallyat választottunk ki, melyeken megszámláltuk és feljegyeztük a bokrétás termőnyársak, termőnyársak, a középhosszú és hosszú termővesszők számát. A megfigyelt meggyfákon a következő tulajdonságok alapján különítettük el a termőrészeket. Bokrétás termőnyárs: (1. ábra) 2-3 cm hosszúságú, rövid szártagú hajtásképlet, amely oldalán sok virágrügy található és a végükön egy hajtásrügy van, fontos és jellegzetes termőrész. Termőnyárs: maximum 20 cm hosszú, oldalán virágrügyek, csúcán mindig hajtásrügy található (1. ábra). Középhosszú termővessző: 20-40 cm hosszú, kb ceruzavastagságú, a csúcsrügy mindig hajtásrügy, a virágrügyek oldalrügyek. Hosszú termővessző: 40 cm-nél hosszabb, kb ceruzavastagságú, a csúcsrügy mindig hajtásrügy, a virágrügyek oldalrügyek (Czáka-Valló, 2024).



1. ábra. Meggy termőnyárs és bokrétás termőnyárs (Baktalórántháza, 2022)

Eredmények és értékelésük

Kísérletünkben elsődlegesen azt vizsgáltuk, hogy a meggyfákon elvégzett augusztusi zöldmetszés hogyan befolyásolja a termőrészek mennyiségét és arányát. Felméréseink alapján a Kántorjánosi 3 meggyfajtára a rövid termőrész képzés mellett jellemző a középhosszú termővesszők nagy arányú megjelenése (kontroll fák mérési eredményei szerint 23%) és nem elhanyagolható a hosszú termővesszők aránya sem (adataink szerint kontroll állományban 17%). Megjegyzendő, hogy a vizsgált fajták közül a Kántorjánosi 3 nevelte a legtöbb középhosszú és hosszú termőrészt. A kontroll növényeknél 60% a rövid termőrészek előfordulási aránya, a kezelt fákénál 72%. A különbséget a termőnyársak megnövekedett arányának köszönhető, a bokrétás termőnyársak aránya lényegében nem változott. A zöldmetszés hatására a középhosszú és hosszú termőrészek gyakorisága csökkent. A középhosszú termővesszők kontrollnál tapasztalt 23%-os megjelenése 18%-ra esett vissza, a hosszú termővesszők esetében az értékek 18%-ról 10%-ra

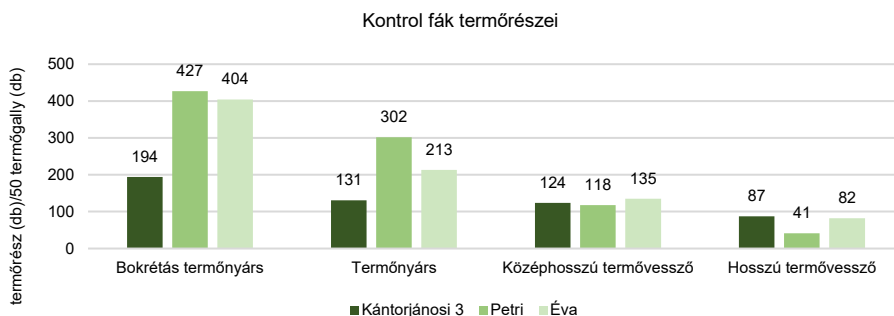
változtak (1. táblázat). A 2. és 3. ábrán jól megfigyelhető, hogy a zöldmetszés hatására a rövid termőrészek mennyisége jelentős mértékben növekszik. 50 termőgallyra számszerűsítve az értékeket, 80 darab bokrétás termőnyárral és 131 darab termőnyárral neveltek több termőrést a zöldmetszett fák, mint a kontrol egyedek. A középhosszú és a hosszú termővesszők esetében elhanyagolható a változás, de mindenképpen csökkenés figyelhető meg. Összességében 37%-kal több termőrész fejlődött az augusztusban metszett fákban a kontrolhoz képest.

A Petri fajtánál kifejezetten a rövid termőrész képzés jellemző, mely leginkább a bokrétás termőnyársak nagy arányú előfordulásában mutatkozik meg. A vizsgált fajták közül a Petri nevelte a legtöbb rövid termőrést. Ez elmondható a kontrol és a zöldmetszésben részesített fák esetében is. A kezelés hatására a növények 24%-kal kevesebb termőrést neveltek, mely csökkenés leginkább a rövid termőrészek számában mutatkozott meg. A zöldmetszés eredményeként jelentősen csökkent mind a bokrétás termőnyársak, mind a termőnyársak mennyisége. Előbbi esetben 30%-kal, utóbbinál 25%-kal mértünk kevesebb rövid termőrést a zölden metszett fákban, mint a metszetlen kontrolokon. Számszerűsítve, 50 termőgallyra vetítve az adatokat ez 129 darabbal kevesebb bokrétás termőnyársat és 75 darabbal kevesebb termőnyársat jelent. A középhosszú és a hosszú termőrészek mennyiségét és arányát a kezelés alapvetően nem befolyásolta (1. táblázat, 2. és 3. ábra).

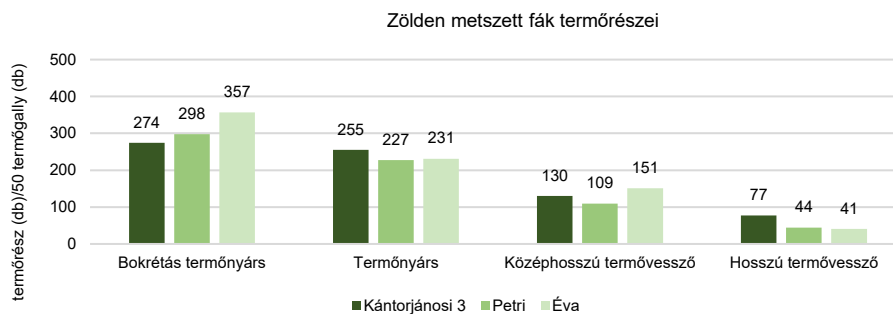
Az Éva fajtára a kontrol és a metszett állományban is a rövid termőrész képzés jellemző, termőréseinek 46-48%-a bokrétás termőnyárs, 26-30%-a termőnyárs. Legkevesebb a hosszú termővesszők aránya (5-10%). Kísérleti beállításunkban az Éva meggyfajtánál legnagyobb változás a hosszú termővesszők számában mutatkozott meg, a kezelés hatására 50%-kal csökkent ezen termőrészek mennyisége. Nem számottevő mértékben, de csökkent a bokrétás termőnyársak mennyisége is, 12%-kal. A kezelés következményeként a termőnyársak és a középhosszú termővesszők elhanyagolható mértékű növekedése figyelhető meg. Összességében 6%-kal csökkent a termőrészek mennyisége az augusztusban megmetszett egyedeknél a kontrolhoz képest (1. táblázat, 2. és 3. ábra).

3. táblázat. Vizsgált meggyfajták termőrész képzési jellemzői (Baktalórántháza, 2022)

termőrészek megoszlási aránya (%)	Vizsgált meggyfajták					
	Kántorjánosi 3		Petri		Éva	
	kontrol	zöldmetszett	kontrol	zöldmetszett	kontrol	zöldmetszett
bokrétás termőnyárs	36	37	48	44	48	46
termőnyárs	24	35	34	33	26	30
középhosszú termővessző	23	18	13	16	16	19
hosszú termővessző	17	10	5	7	10	5



2. ábra. Kántorjánosi 3, Petri és az Éva meggyfajták termőrésképzése kontrol állományban (Baktalórántháza, 2022)



3. ábra. Kántorjánosi 3, Petri és az Éva meggyfajták termőrészképzése zöldmetszett állományban (Baktalórántháza, 2022)

Következtetések

A Petri és az Éva meggyfajtákra a rövid termőrész képzés jellemző, a Kántorjánosi 3 fajtánál a rövid termőrész mellett nagy arányban fordul elő középhosszú és hosszú termőrész is. Kísérleti beállításunk alapján megállapítható, hogy a Kántorjánosi 3 meggyfajtán elvégzett zöldmetszés kedvező hatást gyakorolt a termőnyársak és a bokrétás termőnyársak kialakulására, a kezelés a hosszú és a középhosszú termőrészek mennyiségét csökkentette. A kezelés ennél a fajtánál 37%-os termőrész mennyiség többletet eredményezett. Egyértelműen megállapítható, hogy a zöldmetszés hatására a Petri meggyfajta kevesebb rövid termőrést fejlesztett, a középhosszú és hosszú termőrészek mennyisége viszont jelentősen nem változott. A termőrészek mennyisége csökkent, de a termőrészek minőségbeli megoszlása lényegesen nem módosult. Összességében a fajta esetében negatív hatást váltott ki a kezelés. Megállapítható, hogy kísérletünkben az Éva meggyfajta esetében tapasztaltuk a zöldmetszés legkisebb mértékű hatását a fák termőrész képzésére. A kezelés hatására termőrész csökkenés következett be, de mértéke elhanyagolható. Eredményeink alapján az a következtetés vonható le, hogy az augusztusi zöldmetszést a középhosszú és a hosszú termőrész képzésű fajták esetében érdemes elvégezni, esetünkben a Kántorjánosi 3 fajtánál, mert itt tapasztaltuk leginkább a rövid, a koronát nem sűrítő, ugyanakkor nagy mennyiségű termést fejlesztő termőrészek (bokrétás termőnyársak és termőnyársak) kialakulását.

Összefoglalás

A gyümölcstermő növények termőegyensúlyának fenntartása a fajok és fajták növekedési és termésképzési sajátosságaihoz igazodó, szakszerűen elvégzett fás- és zöldmetszéssel valósítható meg. 2022-ben Baktalórántházán (Magyarországon) beállított kísérletünkben három meggyfajta (Éva, Kántorjánosi 3, Petri) termésképzési tulajdonságait vizsgáltuk, illetve a betakarítás utáni zöldmetszés hatását értékeltük a fajták termőrész (rövid, középhosszú és hosszú termőrészek) képzésére. A vizsgált fajták közül a Kántorjánosi 3-nál a középhosszú és hosszú termőrész előfordulás jellemző, kisebb arányban jelennek meg a rövid termőrészek. A zöldmetszés hatására a középhosszú és hosszú termőrészek aránya csökkent, a rövid termőrészek (termőnyárs) aránya nőtt. A Kántorjánosi 3 fajtára a termőrészek összárszámát tekintve is jó hatást gyakorolt a zöldmetszés (37 %-kal több termőrész). A Petri és az Éva fajtánál a rövid termőrészek dominálnak. A Petri esetében a zöldmetszés következtében minden vizsgált termőrész mennyisége csökkent. Ennél a meggyfajtánál összeségében 24%-kal kevesebb termőrést tapasztaltunk a zöldmetszésben részesített egyedeken. A Éva meggyfajtánál a zöldmetszés hatására felére csökkent - az amúgy is kis számban előforduló - hosszú termőrészek száma, összesítve pedig 6%-kal csökkent a termőrészek mennyisége. Eredményeink alapján a

középhosszú és hosszú termőrészeket fejlesztő meggyfajták esetében javasolt elvégezni a szüret utáni zöldmetszést, mert az jó hatást gyakorol a rövid, koronát nem sűrítő termőrészek kialakulására és csökkenti az ostorosodást okozó középhosszú és hosszú termőrészek megjelenését.

Kulcsszavak: meggy (*Prunus cerasus* L.), fajta, zöldmetszés, termőrész

Irodalom

- Brunner, T.: 1991. A cseresznye és a meggy metszése, koronaalakítása. Mezőgazdasági Kiadó Kft. Budapest, pp. 63.
- Czáka, S. – Valló, L.: 2024. A metszés ábécéje. INFORM Kiadó. Budapest
- G. Tóth, M.: 2001. Csonthéjasok. Meggy. [In: G. Tóth, M. (szerk.). Gyümölcsészet] Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp. 268-289.
- Gerhard, T.: 1996. Gyümölcsfák metszése. Ciceró Könyvtudó Kft
- Gonda, I.: 2008. A meggy művelési rendszere, koronaformái és a fák metszése. [In: Nyéki, J. et al. (szerk.). Meggyültetvények létesítése és termesztéstechnológiája.] Debreceni Egyetem AMTC KFI. pp. 29-33.
- Gonda, I.: 2010. Csonthéjas gyümölcsfák metszése. DE AMTC Kutatási és Fejlesztési Intézet. Debrecen. p. 242.
- Gonda, I.: 2016. Metszési eljárások. [In: Nyéki, J. – Szabó, T. – Soltész, M. (szerk.). Meggy.] ÉKASZ Szakmaközi Szervezet és Terméktanács. MKSZ Nonprofit Kft. Újfehértó. NAIK GYKI Újfehértói Kutató Állomása. Nyíregyháza. pp. 171-191.
- Gonda, I. – Vaszily, B.: 2014. A gyümölcstermesztés fitotechnikai műveletei. Debreceni Egyetem. Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar. Kertészettudományi Intézet
- Mohácsy, M. – Maliga, P. – Gyúró, F.: 1968. A gyümölcsfák metszésének kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. pp. 216-220.
- Pór, J. – Fabula, Z.: 1982. Cseresznye és meggy. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- Sipos, B.: 2009. Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 138 p.
- Soltész, M.: 2004. Meggy. [In: Papp, J. (szerk.). A gyümölcsök termesztése 2.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. pp. 296-321.
- T., Szabó – J., Nyéki – M., Soltész – P., Hilsendegen: 2008. Sortenwahl in Ungarn und Deutschland. [In: J., Nyéki – M., Soltész – T., Szabó – P., Hilsendegen – G., Hensel (szerk.). Sauerkirschenanbau.] Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal
- Szabó, T.: 2014. Északkelet-magyarországi meggytájfajtáink. [In: Soltész, M. (szerk.). Magyar gyümölcsfajták.] Mezőgazda Kiadó. Budapest

THE EFFECT OF SUMMER PRUNING ON THE FORMATION OF THE FRUITING BRANCH OF SOUR CHERRY VARIETIES

Katalin Irinyiné Oláh, Judit Csabai, Edit Kosztyuné Krajnyák, Béla Szabó, Dávid Kovács

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
olah.katalin@nye.hu

Summary

Maintaining the fruit balance of fruit-bearing plants can be achieved by professionally performed tree and green pruning that is adapted to the growth and fruit formation characteristics of the species and varieties. In our experiment set up in Baktalórántháza (Hungary) in 2022, we examined the fruit formation properties of three sour cherry tree varieties (Éva, Kántorjánosi 3, Petri), and we evaluated the effect of post-harvest green pruning on the formation of the fruiting parts (short, medium-length and long fruiting parts) of the varieties. Among the varieties examined, the occurrence of medium-length and long fruiting parts is typical for Kántorjánosi 3, with a smaller proportion of short fruiting parts. As a result of green pruning, the proportion of medium-length and long fruiting parts decreased, and the proportion of short fruiting parts (fruiting skewers) increased. Green pruning also had a positive effect on the total number of fruiting parts of the Kántorjánosi 3 variety (37% more fruiting parts). Short fruiting parts dominate in the Petri and Éva varieties. In the case of Petri, green pruning reduced the amount of all fruiting parts examined. In this sour cherry variety, we experienced a total of 24% fewer fruiting parts on the individuals that underwent green pruning. In the case of the Éva sour cherry variety, green pruning halved the number of long fruiting parts - which were already small in number - and reduced the total amount of fruiting parts by 6%. Based on our results, post-harvest green pruning is recommended for sour cherry varieties that develop medium-length and long fruiting parts, because it has a positive effect on the formation of short fruiting parts that do not thicken the crown and reduces the appearance of medium-length and long fruiting parts that cause whipping.

Keywords

sour cherry (*Prunus cerasus* L.), variety, summer pruning, fruiting branch

THE RELATIONSHIP BETWEEN NUTRITION AND AUTISM SPECTRUM DISORDER: A REVIEW OF EVIDENCE-BASED AND UNPROVEN DIETARY INTERVENTIONS

Judit CSABAI¹ – Alin CIOBICA² – Zsolt Tibor HÖRCSIK¹

¹ University of Nyíregyháza, 4400, Nyíregyháza, Sóstói str. 32/b csabai.judit@nye.hu; horcsik.zsolt@nye.hu

² Apollonia University; Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Bulevardul Carol I, Nr.11, 700506, Iași, România
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.12>

Abstract

Several diets have been touted in recent years as possible assistance in autism, frequently based on anecdotal parental accounts or popular internet recommendations. The most popular are gluten- and casein-free, ketogenic, and other exclusionary diets. To see if any of these are supported in current research, five such studies published after 2021 were chosen and examined in our review. Consistency is lacking in the results. While several small trials show minimal improvement in selected areas, the majority of results remain inconclusive or compromised due to flawed methodology. Some diets also pose a potential risk for nutrition-related harm. Balanced, varied nutrition, particularly that which is beneficial to intestinal health, may prove more practical, in any case, due in part to the newly established associations between autism and gut imbalances in microbes.

Keywords: Autism Spectrum Disorder (ASD), Dietary Interventions, Gut Microbiota

Introduction

Autism spectrum disorder (ASD) usually appears early in life and tends to persist throughout life. It primarily affects communication, behavior, and relationships with others. The rise in diagnoses over recent years has led many to assume that ASD is becoming more common. Muhle et al. (2004) emphasized that no single factor explains ASD; instead, it is the result of both inherited genetic vulnerabilities and environmental triggers. One large-scale review by Gardener et al. (2009) looked at 50 prenatal risk factors and found that complications like hypertension or gestational diabetes during pregnancy are associated with a higher chance of ASD, underlining how critical maternal health can be.

In terms of how widespread ASD is, there is no perfect number. Salari et al. (2022) reviewed 74 studies encompassing over 30 million people and determined a global prevalence of approximately 0.6%. However, this ranged from 0.4% in Asia to 1.7% in Australia, illustrating the significant differences between countries. Differences in diagnosis, healthcare access, and general awareness likely account for that variation. One thing that does remain relatively stable is that ASD is far more often diagnosed in males than females, Zeidan et al. (2022) and Talantseva (2023) report a ratio close to 4:1. In the U.S., around 1.7% of 4-year-olds and 1.85% of 8-year-olds have ASD, while in Europe, the numbers tend to range from 0.38% to 1.55%.

ASD also frequently co-occurs with other conditions. ADHD is likely the most frequent comorbid, but anxiety, depression, epilepsy, sleep issues, and multiple issues with senses appear frequently, too. Bougeard et al. (2021) noted that symptoms such as anxiety and hyperactivity may become more prominent in adolescence. Thapar et al. (2023) established that depression was present in 10.6% of autistic adolescents, almost four times more than in neurotypical controls, and higher still in those with ADHD, up to 44.5%. Suicidality is more prevalent among autistic adults, too. Brown et al. (2024) did an exhaustive review and established that 34.2% of autistic adults experienced suicidal thoughts and 24.3% had made suicidal attempts. Those percentages

are much higher compared to the general population. Causes appear to multiply: depression, emotional fragility, exclusion, and co-occurring psychiatric problems.

Eating issues are another prevalent problem in individuals with autism spectrum disorders. Several studies (Keski-Rahkonen & Ruusunen, 2023) indicate a co-association between ASD and avoidant/restrictive food intake disorder (ARFID). Indeed, more than half of the ARFID children had ASD too. This is not surprising when we think of how prevalent sensory issues and restrictive eating for food choices are in autistic persons, frequently extending to teenage years or even adulthood. Vojdani et al. (2023) also mentioned common metabolism, immunity, and gut pathologies in autism individuals with autism, which indicate that certain dietary modifications may have an impact. Kawicka and Regulska-Ilow (2013) suggest that diet may have an effect on ASD symptoms, particularly those related to the gut and GI system. Gluten-free/casein-free (GFCF) or ketogenic diets, in addition to omega-3 fatty acids and numerous supplements, have been examined for this purpose. Peretti et al. (2018) went a step further and suggested that dysbiosis, a gut microbial imbalance, may trigger inflammation and lead to brain dysfunction through immune and metabolic mechanisms. To support this hypothesis, De Angelis et al. (2015) detected changes in gut bacteria in children with ASD, including elevated levels of *Clostridium* and *Desulfovibrio*, decreased microbial diversity, and an association between GI symptoms and behavior. Chen et al. (2022) added that even autistic persons who never had any GI symptoms have changed gut microbiota. They observed elevated levels of *Fusobacterium* and *Ruminococcus torques*, and decreased levels of *Parasutterella* and *Clostridium sensu stricto* 1 in their research, and these bacterial signatures were associated with emotional dysregulation and autism core features. Although we still don't comprehend the mechanisms, these observations suggest that gut microbiota may serve not only as a marker but also as an intervention site, particularly when personalized nutrition is taken into consideration (Vasile et al., 2024; Blendea et al., 2025).

Materials and methods

We began our research by examining the types of dietary recommendations most commonly recommended in the autism community. We belong to parental support groups, we surfed alternative health websites, and other casual sites where individuals frequently recommend methods they have tried. Throughout these, certain kinds of diets kept reappearing: gluten-free/casein-free, ketogenic, low-oxalate, and sugar-free, among others. From there, the second part was to see if science backs any of this. We searched Google Scholar for academic papers, mainly from 2021 onwards. I searched for meta-analyses, reviews, and individual studies that involve nutrition and ASD. From that group, I selected five studies that were both relevant and methodologically robust.

Results

Gluten-Free, Casein-Free (GFCF) Diet

Gluten-free, casein-free (GFCF) diets have been of interest in autism research. Keller et al. (2021) searched for six randomized, controlled trials and found no noticeable gains in any of them. Croall et al. (2021) noted that controlled trials have provided only weak support for the entire diet, taken as a whole. Hakim et al. (2023) examined seven randomized, controlled trials and only uncovered a non-significant decrease in maladaptive behaviors. Zafirovski et al. (2024) suggest that restrictive diets, such as GFCF, pose potential nutritional risks unless properly managed and monitored. Risky et al. (2024) indicated that parents who employed the diet tended to see only anecdotal, unconfirmed changes in their kids. There's also a bit of animal research to discuss. Al Dera et al. (2021) examined rats on high-gluten, high-casein diets. They uncovered increased gut

permeability, heightened oxidative stress, and indicators of neuroinflammation, physiological outcomes commonly mentioned in the autism literature.

Accordingly, despite specific positive case reports, mainly when gastrointestinal manifestations are present, the larger scientific record does not now favor interventions with GFCF diets in ASD.

Ketogenic Diet

The ketogenic diet (KD) has an increasing interest as a possible intervention in autism spectrum disorder (ASD). Li et al. (2021) examined both humans and animals and found potential improvements in several core ASD symptoms, such as repetitive behaviors, communication, and social engagement. But they emphasized the lack of high-quality clinical trials, suggesting that stronger evidence is needed. Varesio et al. (2021) highlighted factors such as mitochondrial support, reduced oxidative stress, and alterations in gut microbiota. These mechanisms may explain some positive outcomes observed in animal models, although data from human studies remain limited. Olivito et al. (2023) followed a child with ASD and comorbid epilepsy who was placed on a medically supervised long-term KD. They reported a reduction in seizure frequency and improvements in cognition and behavior. Allan et al. (2024) conducted a systematic review of ten studies. Most reported improvements in social interaction and cognitive function, but the authors noted that the studies varied significantly in design and sample size. This variability made it difficult to draw firm conclusions. Schrickel et al. (2025) conducted a meta-analysis that revealed a significant reduction in overall autism scores, using the classic ketogenic protocol, compared to more flexible diets.

Overall, while the ketogenic diet shows promise, it should be approached cautiously.

Feingold Diet

The Feingold diet often comes up in connection with autism. It was initially created for children with hyperactivity, not autism, and its primary focus is on eliminating synthetic food additives, including artificial colors, sweeteners, preservatives, and salicylates.

Tosun and Mendes (2022) noted that earlier studies connected the diet to lower hyperactivity. Matthews and Adams (2023) also reviewed similar additive-free diets and found that they lack reliable support for improving autism-related symptoms. Adıgüzel and Çiçek (2023) emphasized that most behavioral improvements attributed to the Feingold diet are speculative and lack evidence. Önal et al. (2023) suggest that any benefit might be due to placebo effects or natural behavior changes rather than the diet itself. Akhalil et al. (2023) warned that diets often promoted by caregivers aren't based on solid clinical research and might even contribute to imbalanced nutrition.

So overall, while the Feingold diet still gets attention in some circles, there is no evidence that it is suitable for autism.

Low Oxalate Diet

A low-oxalate diet, or LOD, is widely discussed on the internet among parents. Rodop et al. (2021) note that the diet typically excludes high-oxalate foods, such as spinach, cocoa, almonds, and beets, based on the hypothesis that oxalates may cause issues in the gut or trigger nervous system inflammation. Kaya and Taşci (2023) and Adıgüzel and Çiçek (2023) both refer to an increasing interest in LOD among parents, despite the lack of formal clinical evidence. Banerjee (2023) observed that specific observations revealed elevated levels of oxalates in ASD kids, yet it is not known if that is causative. Indika et al. (2023) are attempting to formulate more inclusive models that connect oxalates to gut microbiota imbalance and environmental toxin exposure, but these remain largely hypothetical.

Eventually, LOD has not been proven in controlled experiments. If you decide to experiment with it, medical advice is highly advised, since restrictive eating too strictly can do more harm than good if it is not carefully monitored.

Specific Carbohydrate Diet (SCD)

The Specific Carbohydrate Diet (SCD) is also popular among autism boards and mother blogs. Its purpose is to eliminate all complex carbohydrates, such as grains, lactose, and starchy foods, and replace them with monosaccharides. That's supposed to heal gut issues, such as dysbiosis and permeability, that supposedly have connections to behavior in ASD.

Åbele et al. (2021) and Önal et al. (2023) suggest that digestion may differ in children with autism. They observe that these kids may struggle to digest complex carbs properly, which could lead to inflammation or other gastrointestinal symptoms. Tajadod et al. (2025) tabulated accounts from parents who report that their child improved, becoming less irritable, more relaxed, and less distractible, but it is uncertain if this is due to the diet in any significant degree. Matthews and Adams (2023) observe that to date, there is no definitive proof, and nutrition risks could be potential. Mazurek et al. (2023) refer to a study that demonstrated gains in areas such as thinking and emotional regulation. But the experiment was small and had to be replicated.

So SCD may benefit confident children, perhaps in particular gut-symptom children, but it is not yet a clinically proven therapy for ASD.

Paleo diet

Matthews and Adams (2023) described this regimen as an internet-advertised alternative adopted by parents, which does not contain grains, dairy, or processed foods, and is sold online for its purported anti-inflammatory and mental health benefits; however, its effectiveness has not been proven in clinical trials. Banerjee (2022) asserts that the Paleo Diet is a speculative and unproven therapy for individuals on the autism spectrum. Briglia et al. (2024) discuss its potential for modulating gut microbiota and inflammation, and stress the absence of empirical results on its consequences for autistic individuals. Nagpal et al. (2025) also note the hypothesis-related advantages, yet affirm that non-specific ASD experiments demonstrate no clinical benefits. Generally, despite its hypothesis-related beauty, the Paleo diet cannot be supported as an evidence-supported intervention for autism.

Sugar-Free / Candida diet

The idea that *Candida* overgrowth might contribute to autism symptoms has gained some attention in recent years, primarily through parent groups and online health forums. The *Candida* diet is based on this concept, which involves cutting out sugars and refined carbohydrates to reduce the fungal load in the gut.

Chamtouri et al. (2024) researched children with ASD and found that *Candida* species were more commonly detected in autistic participants compared to neurotypical ones. Retnaningtyas et al. (2022) identified *Candida albicans* in stool samples from ASD children. While they suggested a possible connection to behavior, the research was observational and didn't give a clinical outcome.

Herman and Herma (2022) discussed how *Candida* might influence gut permeability and inflammation, which are sometimes associated with autism traits. But they also made it clear that causality hasn't been demonstrated. Nirmalkar et al. (2024) added an interesting detail: they found a bimodal distribution of *Candida* colonization, where higher yeast levels seemed to occur more frequently in children with more severe symptoms.

Still, despite all of this, no study so far has directly proven that *Candida* causes or worsens autism traits. And we don't yet have clinical trials showing that eliminating it through diet actually helps.

Discussion and Conclusion

Despite interest in dietary interventions for ASD, current evidence doesn't support any specific diet as effective. Many diets, such as gluten-free/casein-free, ketogenic, low-oxalate, Feingold,

specific carbohydrate, Paleo, and *Candida*, are promoted online; however, none have shown consistent, meaningful benefits in controlled studies. Because of the limited evidence, it is unjustified to follow diets for individuals with ASD solely for therapy. Until large, high-quality trials show clear benefits, dietary interventions shouldn't be considered evidence-based treatments for autism.

Instead of following restrictive elimination diets, an emerging perspective highlights the importance of restoring gut microbial balance. Several studies have observed that children with autism often have increased levels of *Fusobacterium* and *Ruminococcus torques*, and reduced populations of *Parasutterella* and *Clostridium sensu stricto* 1 (Chen et al., 2022). These microbial shifts could contribute to gastrointestinal inflammation and disrupted gut–brain communication. Rather than avoiding entire food groups, a more promising strategy could be to consume foods that help suppress pathogenic strains while boosting beneficial ones.

Clostridium cluster XIVa and *Parasutterella* produce butyrate, which helps reduce inflammation and support brain function. Kandeel et al. (2020) and Abuaish et al. (2021) both demonstrated that diets containing prebiotic fibers helped restore levels of these bacteria in animal models, accompanied by modest behavioral improvements. Liu et al. (2024) also found a connection between dietary diversity and higher levels of these taxa in children. Taken together, these results suggest the value of promoting fiber-rich, mixed diets to support the gut microbiome gently.

Fermented foods, such as kefir, yogurt with live cultures, sauerkraut, and kimchi, can also help maintain microbial balance (Leeuwendaal et al., 2022). In one study, fermented milk improved behavior in an autism mouse model by shifting the gut flora (Zhang et al., 2022). Another study found that fermented mushrooms encouraged the growth of beneficial bacteria in stool samples from autistic children (Saxami et al., 2023).

Taken together, this evidence suggests that instead of focusing solely on exclusionary diets with limited empirical support, parents might consider adopting a biodiversity-supporting, nutrient-dense diet, rich in prebiotics, polyphenols, fermented foods.

References

- Åbele S. – Meija L. – Folkmanis V. – Tzivian L.: 2021. Specific carbohydrate diet (SCD/GAPS) and dietary supplements for children with autistic spectrum disorder. In: Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Vol. 75, No. 6, pp. 417–425. De Gruyter Poland.
- Abuaish S. – Al-Otaibi N. M. – Abujamel T. S. – Alzahrani S. A. – Alotaibi S. M. – AlShawakir Y. A. – El-Ansary A.: 2021. Fecal transplant and Bifidobacterium treatments modulate gut Clostridium bacteria and rescue social impairment and hippocampal BDNF expression in a rodent model of autism. *Brain Sciences*, 11(8), 1038.
- Adıgüzel E. – Çiçek B.: 2023. Dietary Approaches and Nutritional Supplements in the Management of Autism Spectrum Disorder. In: *Autismo: Uma Abordagem Multiprofissional*, Vol. 1, pp. 58–86. Editora Científica Digital.
- Akhalil M. – Çiftçi S. – Batu Z.: 2023. Nutrition Therapy Approaches in Children with Autism Spectrum Disorder. *Farabi Tıp Dergisi*, 2(2), pp. 33–42.
- Al Dera H. – Alrafaei B. – Al Tamimi M. I. – Alfawaz H. A. – Bhat R. S. – Soliman D. A. – El-Ansary A.: 2021. Leaky gut biomarkers in casein-and gluten-rich diet fed rat model of autism. *Translational Neuroscience*, 12(1), pp. 601–610.
- Allan N. P. – Yamamoto B. Y. – Kunihiro B. P. – Nunokawa C. K. – Rubas N. C. – Wells R. K. – Maunakea A. K.: 2024. Ketogenic diet induced shifts in the gut microbiome associate with changes to inflammatory cytokines and brain-related miRNAs in children with autism Spectrum disorder. *Nutrients*, 16(10), 1401.
- Banerjee S.: 2023. A Review of the Effectiveness of Various Diet types on Autism. *Journal of Mental Health Issues and Behavior (JMHB)*, ISSN 2799-1261.
- Blendea L. – Miler A. A. – Csabai J. – Trifan A. – Gurzu I. L. – Novac B. – Novac O. – Petroaie A. D. – Balmus I. M. – Timofte D. V.: 2025. From traditional medical patterns to artificial intelligence: The applicability of digital biomarkers in reinventing personalised nutrition. *Brain. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 16(Sp. Issue 1: Neuroscience, Artificial Intelligence, and Innovation in Education), 179–192.
- Bougeard C. – Picarel-Blanchot F. – Schmid R. – Campbell R. – Buitelaar J.: 2021. Prevalence of autism spectrum disorder and co-morbidities in children and adolescents: a systematic literature review. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 744709.

- Briglia M. – Allia F. – Avola R. – Signorini C. – Cardile V. – Romano G. L. – Graziano A. C. E.: 2024. Diet and Nutrients in Rare Neurological Disorders: Biological, Biochemical, and Pathophysiological Evidence. *Nutrients*, 16(18), 3114.
- Brown C. M. – Newell V. – Sahin E. – Hedley D.: 2024. Updated systematic review of suicide in autism: 2018–2024. *Current Developmental Disorders Reports*, 11(4), pp. 225–256.
- Chamtouri M. – Merghni A. – Miranda-Cadena K. – Sakly N. – Gaddour N. – de Los Reyes-Gavilán C. G. – Mastouri M. – Eraso E. – Quindós G.: 2024. Characterization of Yeast Isolated from the Gut Microbiota of Tunisian Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Fungi*, 10(11), 730.
- Chen Y. C. – Lin H. Y. – Chien Y. – Tung Y. H. – Ni Y. H. – Gau S. S. F.: 2022. Altered gut microbiota correlates with behavioral problems but not gastrointestinal symptoms in individuals with autism. *Brain, Behavior, and Immunity*, 106, pp. 161–178.
- Croall I. D. – Hoggard N. – Hadjivassiliou M.: 2021. Gluten and autism spectrum disorder. *Nutrients*, 13(2), 572.
- Gardener H. – Spiegelman D. – Buka S. L.: 2009. Prenatal risk factors for autism: comprehensive meta-analysis. *British Journal of Psychiatry*, 195, pp. 7–14.
- Hakim R. Y. N. – Tamtomo D. G. – Murti B.: 2023. Effect of gluten free casein free diet on maladaptive behavior in autistic children: meta-analysis.
- Herbert M. R. – Buckley J. A.: 2013. Autism and dietary therapy: case report and review of the literature. *Journal of Child Neurology*, 28(8), pp. 975–982.
- Herman A. – Herman A. P.: 2022. Could Candida overgrowth be involved in the pathophysiology of autism? *Journal of Clinical Medicine*, 11(2), 442.
- Indika N. L. R. – Frye R. E. – Rossignol D. A. – Owens S. C. – Senarathne U. D. – Grabrucker A. M. – Deutz N. E.: 2023. The rationale for vitamin, mineral, and cofactor treatment in the precision medical care of autism spectrum disorder. *Journal of Personalized Medicine*, 13(2), 252.
- Chamtouri M. – Merghni A. – Miranda-Cadena K. – Sakly N. – Gaddour N. – de Los Reyes-Gavilán C. G. – Mastouri M. – Eraso E. – Quindós G.: 2024. Characterization of Yeast Isolated from the Gut Microbiota of Tunisian Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Fungi*, 10(11), 730. <https://doi.org/10.3390/jof10110730>
- Kawicka A. – Regulska-Ilow B.: 2013. How nutritional status, diet and dietary supplements can affect autism. A review. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 64(1).
- Keski-Rahkonen A. – Ruusunen A.: 2023. Avoidant-restrictive food intake disorder and autism: epidemiology, etiology, complications, treatment, and outcome. *Current Opinion in Psychiatry*, 36(6), pp. 438–442.
- Muhle R. – Trentacoste S. V. – Rapin I.: 2004. The genetics of autism. *Pediatrics*, 113(5), e472–e486.
- Kandeel W. A. – Meguid N. A. – Björklund G. – Eid E. M. – Farid M. – Mohamed S. K. – Hammad D. Y.: 2020. Impact of Clostridium bacteria in children with autism spectrum disorder and their anthropometric measurements. *Journal of Molecular Neuroscience*, 70(6), 897–907.
- Kaya G. – Taşci S. Ç.: 2023. Different approaches to nutrition in children with autism spectrum disorder. *Sağlık Bilimleri Çalışmaları*, 83.
- Keller A. – Rimestad M. L. – Friis Rohde J. – Holm Petersen B. – Bruun Korfitsen C. – Tarp S. – Händel M. N.: 2021. The effect of a combined gluten- and casein-free diet on children and adolescents with autism spectrum disorders: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(2), 470.
- Konstantynowicz J. – Porowski T. – Zoch-Zwierz W. – Wasilewska J. – Kadziela-Olech H. – Kulak W. – Owens S. C. – Piotrowska-Jastrzebska J. – Kaczmarek M.: 2012. A potential pathogenic role of oxalate in autism. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), pp. 485–491. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2011.08.004>
- Leeuwendaal N. K. – Stanton C. – O'Toole P. W. – Beresford T. P.: 2022. Fermented foods, health and the gut microbiome. *Nutrients*, 14(7), 1527.
- Li Q. – Liang J. – Fu N. – Han Y. – Qin J.: 2021. A ketogenic diet and the treatment of autism spectrum disorder. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 650624.
- Liu S. – Xi H. – Xue X. – Sun X. – Huang H. – Fu D. – Zheng P.: 2024. Clostridium butyricum regulates intestinal barrier function via trek1 to improve behavioral abnormalities in mice with autism spectrum disorder. *Cell & Bioscience*, 14(1), 95.
- Matthews J. S. – Adams J. B.: 2023. Ratings of the effectiveness of 13 therapeutic diets for autism spectrum disorder: Results of a national survey. *Journal of Personalized Medicine*, 13(10), 1448.
- Mazurek A. – Machaj D. – Polak J. – Grobecki D. – Lis J. – Adamik W.: 2023. The role of diet and supplementation in the prevention and treatment of autism spectrum disorders. *Journal of Education, Health and Sport*, 26(1), pp. 11–16.
- Nagpal D. – Nema S. – Nagpal S. – Pandey M. M. – Kaushik D. – Kathuria H.: 2025. Management and prevention of neurodegenerative disorders: Can antioxidant-rich dietary interventions help? *Antioxidants*, 14(9), 1078.
- Nirmalkar K. – Patel J. – Kang D. W. – Bellinghiere A. – Bowes D. A. – Qureshi F. – Krajmalnik-Brown R.: 2024. Bimodal distribution of intestinal Candida in children with autism and its potential link with worse ASD symptoms. *Gut Microbes Reports*, 1(1), 2358324.
- Olivito I. – Avolio E. – Minervini D. – Soda T. – Rocca C. – Angelone T. – Facciolo R. M.: 2023. Ketogenic diet ameliorates autism spectrum disorders-like behaviors via reduced inflammatory factors and microbiota remodeling in BTBR T+ Itpr3tf/J mice. *Experimental Neurology*, 366, 114432.
- Önal S. – Sachadyn-Król M. – Kostecka M.: 2023. A review of the nutritional approach and the role of dietary components in children with autism spectrum disorders in light of the latest scientific research. *Nutrients*, 15(23), 4852.
- Peretti S. – Mariano M. – Mazzocchetti C. – Mazza M. – Pino M. C. – Verrotti Di Pianella A. – Valenti M.: 2019. Diet: The keystone of autism spectrum disorder? *Nutritional Neuroscience*, 22(12), pp. 825–839.

- Retnaningtyas Y. – Dianasari D. – Elavia L. I. D. – Munawaroh U.: 2022. Identification of *Candida* species in faeces of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) carbohydrate and non-carbohydrates diets. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 7(2), pp. 197–204.
- Risky S. A. K. – Pratiwi S. E. – Ilmiawan M. I.: 2024. Overview of gluten-free casein-free diet application in children with autism spectrum disorder. *Biomedika*, pp. 48–58.
- Rodop B. B. – Başkaya E. – Altuntaş İ. – Erbaş O.: 2021. Nutrition effect on autism spectrum disorders. *Journal of Experimental and Basic Medical Sciences*, 2(1), 007–017.
- Salari N. – Rasoulpoor S. – Shohaimi S. – Jafarpour S. – Abdoli N. – Mohammadi M.: 2022. The global prevalence of autism spectrum disorder: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Italian Journal of Pediatrics*, 48(1), 112.
- Saxami G. – Mitsou E. K. – Kerezoudi E. N. – Mavrouli I. – Vlassopoulou M. – Koutrotsios G. – Kyriacou A.: 2023. In vitro fermentation of edible mushrooms: Effects on faecal microbiota characteristics of autistic and neurotypical children. *Microorganisms*, 11(2), 414.
- Schrickel A. – Groeneweg J. – Dekeyser E.: 2025. Exploring the potential of the ketogenic diet in autism spectrum disorder: Metabolic, genetic, and therapeutic insights. *Metabolic Brain Disease*, 40(1), 94.
- Tajadod S. – Roumi Z. – Abbas Torki S. – Mousavi Shalmani S. H. – Moradi M. – Saeedirad Z. – Doaei S.: 2025. The association between autism spectrum disorders and dietary intake of carbohydrates in school-aged children in Iran: A case-control study. *Neuropsychopharmacology Reports*, 45(1), e12521.
- Talantseva O. I. – Romanova R. S. – Shurdova E. M. – Dolgorukova T. A. – Sologub P. S. – Titova O. S. – Grigorenko E. L.: 2023. The global prevalence of autism spectrum disorder: A three-level meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1071181.
- Thapar A. – Livingston L. A. – Eyre O. – Riglin L.: 2023. Practitioner review: Attention-deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorder – The importance of depression. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 64(1), pp. 4–15.
- Tosun Ş. – Mendes B.: 2022. Current nutritional approaches in the treatment of autism spectrum disorder. *KASAV International Journal of Health Sciences*, 5(3), pp. 79–85.
- Vasile A. – Ciobîcă A. – Kamal F. Z. – Mavroudis I. – Plăvan G. – Selamoglu Z. – Boufahja F. – Csabai J.: 2024. Latest developments on the connections between diet and most of the neuropsychiatric disorders. *Buletin de Psihiatrie Integrativa*, 30(2), 105–119.
- Varesio C. – Grumi S. – Zanaboni M. P. – Mensi M. M. – Chiappedi M. – Pasca L. – De Giorgis V.: 2021. Ketogenic dietary therapies in patients with autism spectrum disorder: Facts or fads? A scoping review and a proposal for a shared protocol. *Nutrients*, 13(6), 2057.
- Zafirovski K. – Aleksoska M. T. – Thomas J. – Hanna F.: 2024. Impact of gluten-free and casein-free diet on behavioural outcomes and quality of life of autistic children and adolescents: A scoping review. *Children*, 11(7), 862.
- Zeidan J. – Fombonne E. – Scoriah J. – Ibrahim A. – Durkin M. S. – Saxena S. – Elsabbagh M.: 2022. Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research*, 15(5), pp. 778–790.
- Zhang Y. – Guo M. – Zhang H. – Wang Y. – Li R. – Liu Z. – You C.: 2022. *Lactiplantibacillus plantarum* ST-III-fermented milk improves autistic-like behaviors in valproic acid-induced autism spectrum disorder mice by altering gut microbiota. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1005308.

EFFECT OF ALTERNATIVE NUTRIENT SUPPLEMENTS ON THE GROWTH AND FLOWERING OF MARIGOLD (*CALENDULA OFFICINALIS* L.)

Judit CSABAI¹ – Anzhela KOLESNYK² – Beatris KISH² – Alexandra GRISECHKINA² – Antonina MENDEL² – Katalin IRINYINÉ OLÁH¹ – Mónika Fanni TÓTH¹ – Béla SZABÓ¹ – Mohamed TAREK¹ – Attila BALOGH³ – Andrea GYÖRGYINÉ KOVÁCS⁴ – Edit KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK¹

¹University of Nyíregyháza, Sóstói str. 31/b, csabai.judit@nye.hu

²Uzhhorod National University, angela.kolesnyk@uzhnu.edu.ua

³Veterinary Laboratory of Baromfi-Coop Ltd.

H-4537 Nyírkércs, Petőfi u. 41. balogha@baromficoop.hu

⁴University of Debrecen, IAREF, Nyíregyháza, Westsik Vilmos str. 4-6

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.13>

Abstract

We investigated the effects of pruning *Calendula officinalis* and the application of three different soil improvement materials: rhyolite, pelletized poultry manure, and flocculant. In the pruning experiment, four rows of marigold seedlings were planted. The highest number of flowers was recorded in July (641 pcs), which then dropped to 129 pcs after pruning. The average flower diameter in the non-pruned rows ranged between 3.53 and 3.54 cm, while in the pruned rows it was only 3.00 to 3.16 cm. Based on the measurements, it was concluded that the regeneration period following pruning led to a temporary decrease in total yield.

In the fertilization experiment, 640 seedlings were planted across two plots. In June, the rhyolite-treated rows produced the highest fresh flower weight (on average 12.42 g/row), while in July, the application of the flocculant resulted in the highest yield (average 488.6 g), compared to 362 g in the control. In August, the poultry manure rows produced 467.25 g, and the flocculant-treated rows yielded 487.33 g. On a yearly scale, the highest cumulative yield was observed in the flocculant-treated plants, averaging 980.76 g per row. The results suggest that the use of flocculant had a positive long-term effect on flower production in marigold, while pruning should be applied only purposefully and with proper timing.

Key words: rhyolite, poultry manure, flocculant, yield, flower size, medicinal plant

Introduction

The Mediterranean annual plant *Calendula officinalis* L., popularly known as marigold, has long been used for both medicinal and cosmetic purposes. It has antioxidant, wound-healing, and anti-inflammatory properties, mostly flavonoids and carotenoids. The plant can be successfully cultivated throughout Hungary. Germination begins at temperatures as low as 8–10 °C. Regular harvesting of the flowers stimulates the development of new flower heads, ensuring continuous yield until the first frosts (Treben, 1985; Bernáth et al. 2014, Zámboriné & Bernáth, 2003).

Sowing typically takes place in March, with a row spacing of 40–50 cm and plant spacing of 5–8 cm. The seed requirement is 6–10 kg/ha (Bernáth et al. 2014). Soil preparation involves deep plowing in the autumn, followed by crumbling and firming in the spring. Recommended base fertilization includes 40–60 kg/ha nitrogen, 60–80 kg/ha phosphorus, and 80–100 kg/ha potassium. Organic manure is not advised by several literatures, as it tends to stimulate vegetative growth at the expense of flower development (Lelesz, 2016; Molnár, 2024).

Harvesting of the drug parts is performed manually. Only the valuable floral parts should be collected, since the inclusion of other parts lowers product quality and increases processing costs (Böszörményi, 2017). Drying is carried out at 35–40 °C. Average yields are 1–1.2 t/ha (with calyx), and 0.3–0.4 t/ha for the petals alone (Bernáth et al. 2014, Zámboriné & Bernáth, 2003).

Quality control must follow ISO standards and the specifications of the Hungarian Pharmacopoeia (Ph. Hg. VIII., Bernáth, 2000).

Marigold drug products are freely marketable and widely used, for example, in teas, food flavorings, and skincare formulations (Darvas & Magyary-Kossa, 2021).

Materials and methods

The experiment was conducted at the demonstration garden of the Institute of Engineering and Agricultural Sciences, University of Nyíregyháza. The soil type was sandy loam with an Arany-type cohesiveness index of 31, slightly alkaline pH (7.29), and a humus content of 2.1% (Csabai et al. 2021; Csabai et al. 2022a). The soil's nutrient supply was deemed good since it contained sufficient amounts of phosphorus (339 mg/kg), potassium (183 mg/kg), nitrite-nitrate (19.1 mg/kg), and micronutrients like manganese (28.4 mg/kg) and zinc (11.67 mg/kg).

In 2023, June saw a slight increase of +0.4°C, still within the range of climatic stability, while May was somewhat colder (−0.2°C). The anomalies for July and August were +1.1°C and +2.5°C, respectively. The deviation increased to +3.9°C by September, a very high value that demonstrated the local effects of global warming. In 2023, precipitation was also erratic, with consistently below-average rainfall in May, June, and August. September had a recorded "zero" value even though there was no discernible deviation. These figures highlight the growing frequency and severity of weather extremes, which directly influence the success of agricultural production (Makszim & Soós, 2025). Meteorological conditions were monitored by the garden's own weather station.

Fertilization Effect Trial

Two plots, designated A and B, were used to transplant 640 marigold seedlings in the nutrient effect trial, which was carried out on May 27, 2024. There were 40 plants in each of the 8 rows that made up each plot, spaced 50 cm apart and 10 cm apart within rows. Each row received a different soil amendment, such as rhyolite, pelletized poultry manure, food industry side product flocculant, and control (no treatment) (Barta-Körmendy, 2007; Fülei, 2016; Köhler, 2006; Szabó et al. 2012; Csabai et al. 2022b; Kosztyuné et al. 2024). The plots' rows were identified by their clear labels, such as A1–A8 and B1–B8. For each row, the fresh and dry weight of the harvested flower heads, as well as their diameter, were measured (Figure 1).

Rhyolitic tuff acts as a physical, chemical, and biological soil improver, with an effective lifespan of 8–10 years (Köhler, 2006). Poultry manure provides rapidly absorbable nutrients (Kádár, 2013). The flocculant composed primarily of activated carbon and bentonite, enhances soil water retention and reduces contamination levels (Havassy, 2007).

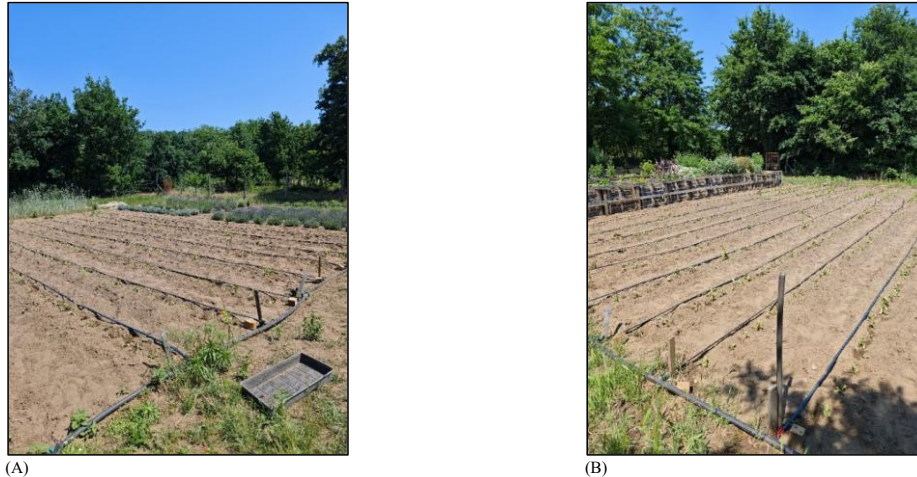


Figure 1. Images of the experimental site (left: Plot A, right: Plot B). Source: Own photograph

Measured Parameters, Measurement Times and Frequency

The experiments involved evaluating the development and performance of the plants by measuring the fresh weight of harvested flower heads (g). Weekly records were maintained for the quantity and weight of flowers at each harvest. Immediately following collection, fresh flower heads were weighed and subsequently dried at room temperature. The drying period typically ranged from 7 to 14 days, contingent upon the moisture content and condition of the flowers. Data were recorded manually and subsequently summarized and averaged for each row. The collected data were subsequently processed for comparative evaluation and visualized graphically.

Results

During the experiment conducted in the demonstration garden of the University of Nyíregyháza, various soil-improving materials, rhyolite, pelletized poultry manure, and food industry flocculant, were applied to the rows of plots A and B. Based on the measurements, it was observed that flowering was more intense in the rhyolite- and poultry manure-treated rows, especially during the initial period, compared to the control rows.

In June, the rows treated with rhyolite produced the highest fresh flower weight, with an average of 12.42 g, while the control value was only 7.7 g (Figure 2). However, in terms of dry flower weight, the poultry manure-treated rows showed the highest values, and their flower diameters also exceeded those of the other treatments.

In July, the most positive effect on flower yield was observed with the flocculant treatment, which resulted in an average yield of 488.6 g, compared to 362 g in the control (Figure 3). However, flower diameter did not differ significantly between treatments during this period.

In August, both poultry manure (467.25 g) and flocculant (487.33 g) again produced the best results. The flocculant not only increased the total flower weight but also improved the flower diameter (Figure 4).

Based on the annual average yield, the flocculant treatment was the most effective, resulting in a total flower mass of 980.76 g (Figure 5), surpassing the results of all other treatments. These findings indicate that flocculant was the most beneficial soil amendment throughout the experiment, particularly during the second half of the growing season.

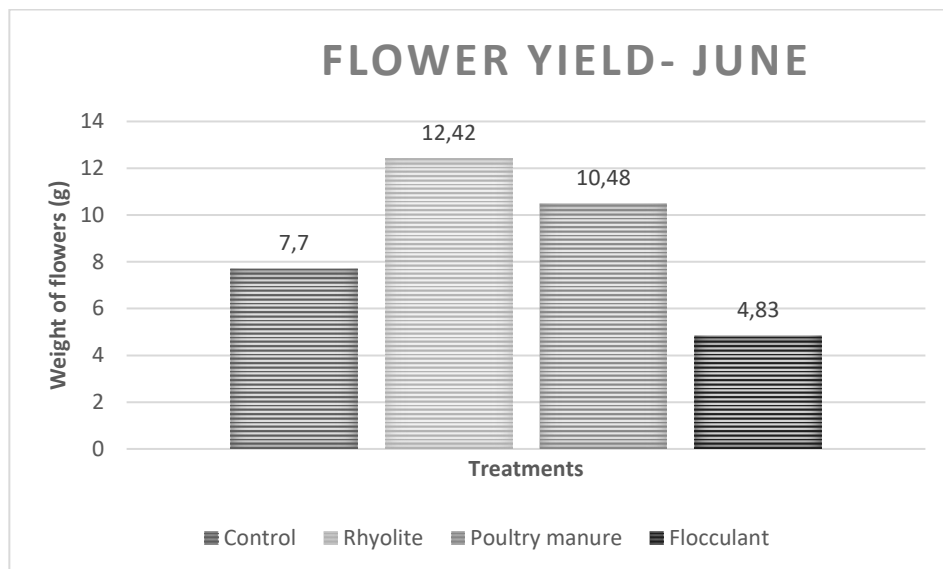


Figure 2. Average flower yield by treatment in June

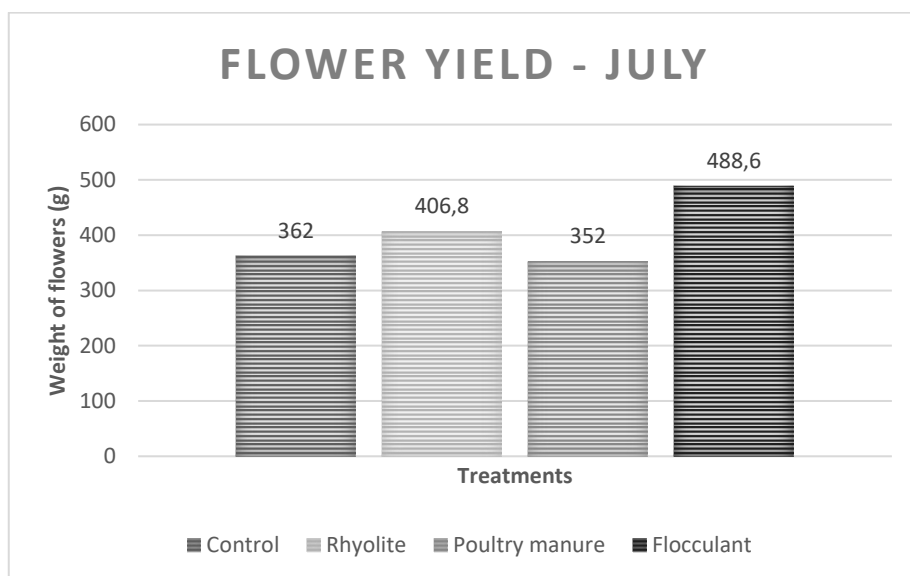


Figure 3. Average flower yield by treatment in July

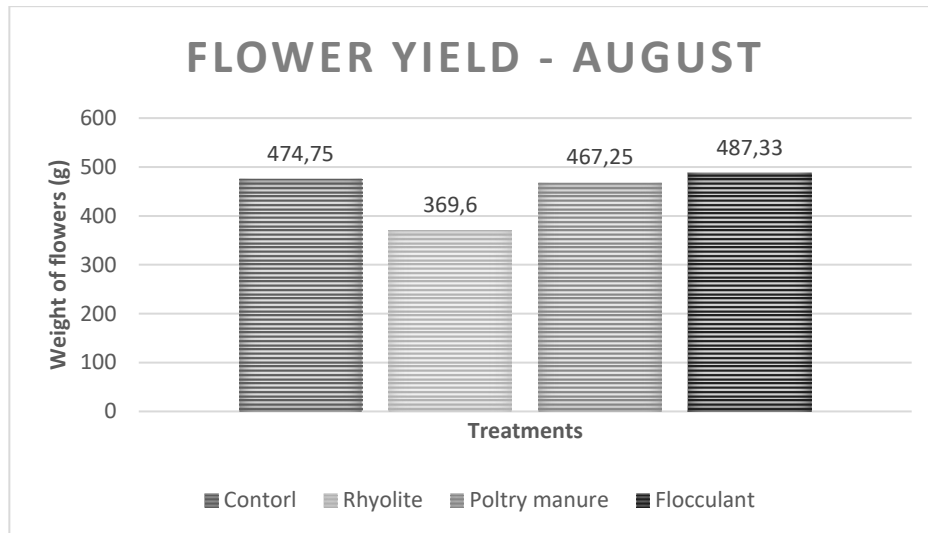


Figure 4. Average flower yield by treatment in August

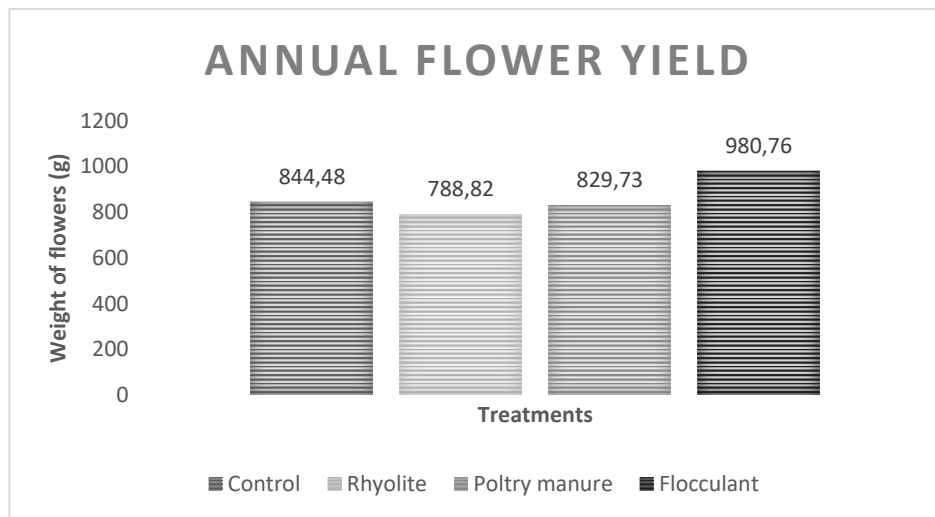


Figure 5. Average flower yield by treatment in the vegetation period

Conclusion

The soil amendment trial results indicate that all three treatments—rhyolite, pelletized poultry manure, and food industry flocculant—positively affected the flowering of *Calendula officinalis*, albeit with variations in intensity and timing. Poultry manure and rhyolite demonstrated greater effectiveness in the initial phases of plant development, whereas the flocculant treatment exhibited enhanced efficacy in the latter half of the growing season.

The flocculant treatment demonstrated the most balanced and consistent enhancement in flowering intensity, flower mass, and flower diameter across the entire vegetation period. It also enhanced the overall vitality of the plants.

The observations indicate that flocculant could function as a sustainable and effective soil amendment in marigold cultivation, particularly in long-term applications. Rhyolite and poultry manure are more effective in promoting early growth phases. The analysis of treatments underscores the sensitivity of marigold to soil nutrient composition, suggesting that precise and timely interventions can markedly enhance cultivation results.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the support of the CEEPUS program, which enabled student and staff mobility and thereby made the joint research and publication possible.

The publication received support from project 2022-1.2.2-TÉT-IPARI-UZ-2022-00023, AL-6222052520 "Supporting organic and conventional farming with Geospatial methods," funded by the NKFI (NRDI), Hungary, and the Innovative Development Agency, Uzbekistan. We gratefully acknowledge our project partner, Baromfi-Coop Ltd., for their support and for providing the experimental material used in this study.

References

- Barta J. - Körmeny I.: 2007. Növényi nyersanyagok feldolgozástechnológiai műveletei Mezőgazda Kiadó Budapest pp 183, 184.
- Bernáth J.: 2000. Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bernáth J. - Czirbus Z. - Zámoriné Németh É.: 2014. Gyógynövények gyűjtése és termesztése (Képzési segédlet). Budapest: Gyógynövény Szövetség és Terméktanács.
- Böszörményi A.: 2017. Gyógynövények gyűjtése, termesztése, nemesítése, feldolgozása. Semmelweis Egyetem, Farmakognózi Intézet.
- https://semmelweis.hu/farmakognozia/files/2017/02/Gynovenyek_termesztese_gyujtese_feldolg_BA.pdf
- Csabai J. - Braun B. - Tarek M. - Oláh K. I.: 2021. Effect of alternative nutrient replenishes on soil quality parameters. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія, (50-51), 41-47.
- Csabai J. - Braun B. - Hörsik Zs. T. - Kolesznyk A. - Irinyiné Oláh K.: 2022a. Alternatív trágyaszerek és szerkezetjavító anyagok hatása, a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaira. In: Bujdosó, Zoltán (szerk.) XVIII. Nemzetközi Tudományos Napok [18th International Scientific Days]: A „Zöld Megállapodás” – Kihívások és lehetőségek. Gyöngyös, Magyarország : Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Károly Róbert Campus. pp. 122-128. , 7 p.
- Csabai, J. - Opitz, G. - Vaskó, B. - Aka Sağlıker, H. - Kolesznyk, A. - Makszim Györgyné, N. T.: 2022b. Effects of alternative organic fertilizers on morphological parameters and yield of the sweet potato cultivar 'Ásotthalmi-12'. In: Irinyiné Oláh, K., Kosztyuné Krajnyák, E., & Szabó, B. (Eds.), Fenntartható Tápanyag-gazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája 2022: Innovatív megoldások a XXI. század mezőgazdaságában (pp. 56–63). Nyíregyháza: Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet.
- Darvas F. - Magyary-Kossa Gy.: 2021. Hazai Gyógynövények, Termelésük, Értékesítésük, Hatásuk és Orvosi Használatuk. Nemzeti örökség kiadó.
- Fülei Z.: 2016. Összhangban a Természettel, Istállótrágya helyett. Östermelő Gazdálkodók lapja. 2016. 10. 05. <http://ostermelo.com/osszhangban-a-termeszettel-istallotragna-helyett>
- Havassy A.: 2007. A bányászat története Komlóskán. Bányászattörténeti Közlemények - 3. = 2. évf. (2007.) 1. <http://epa.oszk.hu/01400/01466/00003/pdf/03.pdf>
- Kádár I.: 2013. Szennyvizek, iszapok, komposztok, szerves trágyák a talajtermékenység szolgálatában. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest
- Kosztyuné Krajnyák, E. - Szabó, B. - Kovács, Z. - Makszim Györgyné Nagy, T. - Györgyné Kovács, A. - Csabai, J. - Abdurahmanov, I. - Abdurakhmonov, Z.: 2024. The effect of fermented poultry manure on the yield and quality parameters of triticale (X Triticosecale Wittmack) cultivated organic way on acidic sandy soil. E3S Web of Conferences, 590, 01009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202459001009>
- Köhler M.: 2006. Mire jó a riolittufa? Oktatási jegyzet. Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum.
- Lelesz J. É. - Csajbók J.: 2016. Relationship investigation between the marigold (Calendula officinalis L.) essential oil agents and quantitative presences change under different fertilization settings. Natural Resources and Sustainable Development, 8 (1), 93–98.
- Makszim Gy. N. T. - Soós A.: 2025. Land Sharing and Land Sparing in Agriculture – Can We Change Our Attitudes? Eurochoices 24 : 1 pp. 43-49. , 7 p.
- Molnár F.: 2024. Az eltérő tápanyagellátás hatása a körömvirág (Calendula officinalis L.) élettani és produktíobiológiai jellemzőire. Diplomamunka. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász. Elérhető: https://dspace.kmf.uz.ua/jspui/bitstream/123456789/4090/4/Molnar_Ferenc_Az_elttero_tapanyagellatas_hatasa_a_koromvirag_Calendula_officinalis_L_elettani_es_produkciobiologiai_jell.pdf
- Pharmacopoea Hungarica VIII: 2003. Hungarian Pharmacopoeia VIII. Budapest: National Institute of Pharmacy
- Szabó B. - Szabó M. - Varga Cs. - Vágvolgyi S. Simon L.: 2012. A riolittufa hatása az energiafűz növekedési tulajdonságaira. XXXIV. Óvári Tudományos Nap – Magyar mezőgazdaság – lehetőségek, források, új gondolatok. Mosonmagyaróvár, 2012. október 5., p. 471.-476., CD kiadvány ISBN 978-963-9883-93-2
- Treben, M. (1985). Füveskönyv – Egészség Isten patikájából (ford. P. Kovács Klára). Budapest: Magyar Könyvklub.
- Zámoriné N. É. - Bernáth J.: 2003. Gyógy- és aromanövény hungarikumok megőrzése és fejlesztése. Kertgazdaság, 35 (1), 105–110.

PRACTICES AND RESULTS OF THE COSMETIC PROCESSING OF MARIGOLD (*CALENDULA OFFICINALIS* L.)

Judit CSABAI – Mónika Fanni TÓTH

University of Nyíregyháza, csabai.judit@nye.hu
Nyíregyháza 4400, Sóstói str., 31/b

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.14>

Abstract

The study focuses on *Calendula officinalis* (marigold), one of the most widely used medicinal plants in Hungary, and its potential applications in homemade ointments and cosmetics. Different preparation methods were tested, including lard-based, coconut oil-based and pharmacy-based formulations (stearin and hydrophilic ointment bases). The products were evaluated through sensory tests and a focus group consisting of 10 participants from different age groups (18–75 years). According to the results, the hydrophilic and stearin-based creams were the most preferred, while the lard-based ointment was rated lowest due to its greasy texture and strong odor. Younger participants valued natural ingredients, pleasant scent and fast absorption, whereas older participants emphasized hydration and skin-regenerating effects.

Keywords: marigold, ointment, sensory evaluation, herbal medicine, cosmetics

Introduction

In Hungary, the collection and cultivation of medicinal plants have not only medical but also cultural significance (Bernáth, 2000; Zámoriné & Bernáth, 2003). Approximately half of the herbal raw materials used originate from cultivation, while the other half still comes from wild collection (Csabai, 2019). The most important wild-collected herbs include chamomile, yarrow, St. John's wort, linden flowers, and hawthorn, while calendula, milk thistle, lavender, and lemon balm are among the most significant cultivated species (Varró, 2011).

Within the *Asteraceae* family, chamomile (*Matricaria chamomilla*), marigold (*Calendula officinalis*), yarrow (*Achillea millefolium*), and purple coneflower (*Echinacea purpurea*) are the most widely cultivated species in Hungary, as they adapt well to the continental climate and have extensive medicinal uses. Important collected members of this family also include species of the genus *Artemisia*. In recent years, more exotic species have expanded the range of phytotherapeutic products, such as *Acmella oleracea*, which appears as an ingredient in anti-wrinkle creams (Csabai et al., 2024).

Calendula officinalis has multiple physiological effects: its anti-inflammatory, antioxidant, immune-strengthening, and skin-regenerating properties are well known. It contains flavonoids (e.g., quercetin, rutin), carotenoids (lutein, zeaxanthin), saponins, and triterpenes, which benefit the skin, circulation, and vision (Bernáth, 2000). Its wound-healing properties were confirmed in hospital applications by Szabó and Bujdosó (1994) (Lelesz & Csajbók, 2016; Molnár, 2024). Triterpenes exert analgesic and anti-inflammatory effects, making them useful for rheumatic complaints (Szarvas, 2020). As a tea, calendula is used for gastric and intestinal ulcers, cystitis, and gallbladder disorders. Externally, it is applied as a ointment for its wound-healing, skin-regenerating, and antiseptic properties, especially in cases of chronic wounds, bedsores, hemorrhoids, and diaper rash. The ointment improves blood circulation in the skin, accelerates tissue regeneration, and has antibacterial effects (Ostrov, 1999; Valló, 2021).

Calendula is extracted both in oil and water: the oil extract is a fundamental raw material of the cosmetics industry, while calendula tea may also alleviate menopausal symptoms (Bördös, 2005; Ájus, 2023). Its phytotherapeutic value is mainly due to cytoprotective compounds: their antioxidant effect helps protect against sunburn and premature skin aging (Molnár, 2020). The properties of the carrier oil used for calendula oil extraction also influence the final product, for

example, certain oils may cause photosensitivity. Its disinfectant and anti-inflammatory effects are also utilized in mouthwashes and toothpastes, while the dried petals are used as soap decoration and natural coloring agents (Boros et al., 1973). The importance of medicinal plants remains significant today, as the pharmaceutical industry continues to use them for a wide range of conditions (Csupor & Lázár, 2021; Csupor, 2023). It is essential to distinguish between herbal medicines and dietary supplements, since their active ingredient content differs (Keskinbaş and Aka Sağlıker, 2024). Natural cosmetics frequently contain beeswax as a base material, which has been known for centuries as the “ointment of crystals” (Dibás, 2004).

Materials and methods

The aim of our study was to prepare homemade marigold creams using different base materials, and to evaluate their sensory properties based on the opinions of participants from various age groups. We sought to work with natural ingredients that are either easily available at home or can be purchased in pharmacies, and the products were assessed according to several criteria.

2.1 Methods of Cream Preparation

The marigold creams were produced with three different fat bases and two pharmaceutical ointment bases. In each case, dried marigold petals were used, which were extracted into the fat bases using traditional methods.

2.1.1 Lard-Based Ointment

The first recipe followed a traditional method using pork lard as a base. In a saucepan, 250 grams of lard were melted at low heat. The temperature was checked with a petal: if it sizzled, the lard was ready. Then, 2–3 handfuls of dried marigold petals were added, and the mixture was heated while stirring continuously for about 5 minutes. After removing it from the heat, the ointment was stirred a little longer, then covered and left to stand for 24 hours. The next day, it was gently reheated and filtered through a piece of cloth before being poured into jars (Figure 1).



Figure 1: (A) Heating homemade pork lard – 24 June 2024. (B) Cooking marigold – 24 June 2024. (C) Homemade marigold cream – 25 June 2024. Source: Own photo

2.1.2 Coconut Butter/Oil Extract

In the second preparation method, coconut butter was used as the fat base. The butter (approximately 200 g) was melted over a water bath, then two handfuls of dried marigold petals were added. The mixture was heated for a few minutes, then removed from the heat and reheated several times over a period of three days. The resulting oil was filtered through a cloth and poured into jars to solidify. No essential oils or other additives were used (Figure 2).

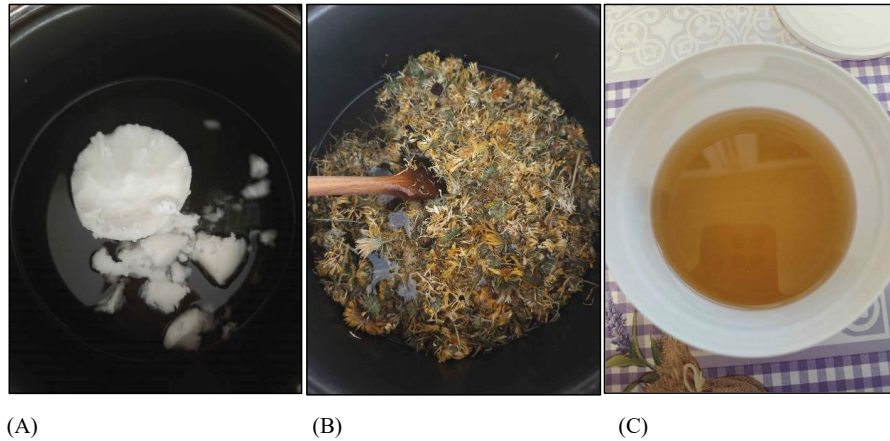


Figure 2: Marigold cream prepared with coconut oil and butter. (A) Heating coconut oil over low heat. (B) Cooking marigold. (C) Finished marigold cream before solidification – 27 October 2024. Source: Own photo

2.1.3 Variants Prepared with Pharmaceutical Base Creams

In the third procedure, paraffin oil was used, which was obtained from the Levendula Pharmacy in Nyíregyháza (Búza Square 7/A). The oil was gently heated in a small saucepan over low heat, after which marigold petals were added and cooked for a few minutes. The mixture was then left covered overnight and filtered the following day.

Afterwards, two different pharmaceutical base creams were used:

- The first was a stearin ointment, which contains stearic acid, a waxy, colorless, solid substance that is insoluble in water. Stearic acid is also produced by the human body, playing a role in blood pressure and blood clotting regulation, while in the cosmetics industry it is commonly used in face creams, body lotions, and soaps (Figure 3).
- The second was a hydrophilic ointment, a fragrance- and colorant-free cream that spreads easily, is suitable for all skin types, and is also known as a massage cream. It is available through pharmaceutical supply (Figure 3).

The filtered paraffin marigold extract was blended into the base creams with the assistance of a pharmacist. The finished ointments were poured into jars and stored in a cool place.



Figure 3: Marigold cream prepared with paraffin oil. (A) Paraffin oil. (B) Cooking over low heat. (C) Finished creams – 29 October 2024. Source: Own photo

2.2 Sensory Evaluation

The sensory properties of the homemade marigold creams were evaluated by a test group of 10 participants. The group consisted mainly of family members from different age groups, ranging from 18 to 75 years. The gender distribution was 9 women and 1 man.

The test was carried out as a blind test.

Each participant received an evaluation sheet and rated the creams on a scale from 1 to 5 according to the following criteria: Colour, Texture, Scent, Skin contact, Absorption, Overall impression (e.g., would you purchase it?).

Results

Evaluation of Creams Prepared by Different Methods by Myself

During the study, four marigold creams with different bases were prepared and tested personally. The creams were placed side by side and examined based on sensory properties. The lard-based cream had a firmer consistency, while the coconut butter cream showed a moderately soft texture. Among the pharmaceutical base creams, the hydrophilic ointment was the softest and easiest to apply, while the stearin ointment provided a slightly greasier feel.

In terms of colour, all four creams showed a similar yellowish-white shade. Significant differences were observed in fragrance: the lard-based cream had a strong fatty smell, which could be disturbing for those with sensitive senses of smell. The coconut butter version had a more pleasant, slightly sweet scent. The paraffin-based stearin and hydrophilic creams emitted a clean, pharmacy-like aroma, which left a positive impression.

The creams also behaved differently when applied to the skin. The lard-based cream absorbed slowly, leaving a greasy layer behind. The coconut butter cream absorbed more quickly but left a shiny layer on the skin. The stearin cream gave a slight sheen, while the hydrophilic cream absorbed completely, leaving a matte finish without residue. Based on our own assessment, the hydrophilic marigold cream proved to be the most pleasant in terms of usability, fragrance, and texture.

Evaluation of the Prepared Creams by Acquaintances

The sensory evaluation was carried out by a group of 10 participants. The first cream, prepared with lard (Cream 1), received the lowest scores. Most participants found it greasy, slow to absorb, and unpleasant in smell. The second cream (Cream 2), prepared with coconut oil and butter, received mixed feedback: it was considered beneficial for those with drier skin, but several participants noted that it was slow to absorb and left an excessively shiny appearance.

The third (stearin-based) (Cream 3) and fourth (hydrophilic) (Cream 4) creams were rated the highest by the participants. Several described them as “similar to store-bought creams.” The stearin ointment made the skin slightly softer and shinier, while the hydrophilic version absorbed more quickly and left a matte finish.

Table 1. Average evaluation results of the creams

Evaluation criteria	Cream 1	Cream 2	Cream 3	Cream 4
Colour of the cream	3	3.1	4.2	4.4
Texture of the cream	2.9	3.1	4.3	4.5
Scent of the cream	2.1	3.1	3.8	4.8
Skin contact	1.9	2.8	3.7	4.6
Absorption	1.6	3.1	3.9	4.7
Would you buy it?	10 %	60 %	90 %	100 %

(1 – did not appeal to me, 5 – very good)

Source: Own data

Feedback from the Younger Age Group

The younger group (18–40 years, 6 participants) primarily emphasized the importance of natural ingredients, pleasant scent, and smooth texture. For them, hydration, skin care, and the relief of possible irritation were key aspects. This age group particularly valued modern fragrance and attractive packaging design, as well as multifunctionality, for example, that the product could be used on the face, hands, or even after shaving. For the male participant, the universal usability of the cream was a clear advantage. The hydrophilic and stearin-based creams were the most favored among this group.

Feedback from the Older Age Group

The older participants (41–75 years, 4 participants) looked for moisturizing, soothing, and regenerating effects in the creams. Due to their drier, more mature skin, it was especially important that the creams alleviated dryness and helped maintain skin elasticity. The stearin-based cream was rated the highest, as its consistency and effects most closely resembled previously used pharmacy products. Although some were bothered by the smell of the lard-based cream, one older family member (grandmother) expressed a positive opinion, saying: “It doesn’t matter what it is, as long as it works”, while she gladly applied it to her hands and nails as a pack.

Discussion

Based on the results, the following conclusions can be drawn:

- The disadvantage of the lard-based cream was its smell and greasy texture, but due to its traditional character, it can still be used.
- The coconut-based version proved beneficial for dry skin, although the excessive shine was considered disturbing by many.
- The stearin-based cream showed excellent moisturizing and skin-softening effects, particularly appreciated by the older age group.
- The hydrophilic cream absorbed quickly, left no residue, and provided a matte finish, making it the most likely choice if available commercially.

In summary, the younger participants preferred modern, pleasantly scented, and fast-absorbing products, while the older participants placed more emphasis on deep hydration and skin-care effects.

Conclusion

In our thesis, we aimed to prepare homemade marigold creams using different base materials and to evaluate them from both sensory and user perspectives. Among the four creams, lard-based, coconut-based, stearin-based, and hydrophilic, it was clearly established that the versions made with pharmaceutical bases received higher scores, both according to our own experiences and the opinions of the test group.

The hydrophilic cream performed outstandingly in all evaluation criteria: it was easy to apply, absorbed quickly, had a pleasant texture, and was favored by most testers. The older participants particularly appreciated the stearin-based cream, as it provided stronger moisturizing and skin-softening effects.

The coconut butter cream proved suitable for individuals with drier skin types, though its shiny, more slowly absorbing layer was considered disturbing by several testers. The lard-based cream, although prepared by traditional methods, was rated lower in sensory terms: its greasy feel and strong smell made it less popular.

Based on the focus group discussions, we found that the younger age group valued natural ingredients, pleasant fragrance, clean packaging, and good absorption. The older participants emphasized hydration, therapeutic effect, and the preservation of skin firmness. According to the feedback, the most marketable product was the hydrophilic cream, with 100% of respondents stating they would purchase it.

In conclusion, the medicinal properties of marigold can be successfully utilized in homemade preparations, but the choice of fat base and extraction method significantly influences the final product quality. In the future, it would be worthwhile to experiment with additional natural ingredients, essential oils, and vitamins in order to develop even more personalized, skin-type specific formulations.

References

- Ájus A.: 2023. A változókorú tünetekre alkalmazható gyógynövények termesztési kérdései Kosdon. Doktori értekezés, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő. 1–120.
Elérhető: <https://stud.mater.uni-mate.hu/88/1/749946860.pdf>
- Bernáth J.: 2000. Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Boros Á. – Szabó L. Gy.: 1973. Hazai festőnövényeink. Búvár Magazin, 28 (3), 143–147.
Elérhető: https://real-j.mtak.hu/27147/3/buvar_1973_3.pdf#page=17
- Bördös J.: 2005. Házi természetgyógyász. Kinizsi Nyomda, Debrecen.
- Bodnár B. – Csabai J.: 2019. „Fűben-fában orvosság” – Gyógynövények gyűjtésének lehetősége Putnok környékén. Magyar Mezőgazdaság, 6 (2), 12–13.
- Csabai J. – Kolesnyk A. – Hörcsik Zs. T. – Kolesnyk O. – Dobránszki J. – Cziáky Z.: 2024. A comprehensive study to identify novel active components, amino acids, and antibiotic activity of *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen. South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 15 (2), 75–96.
- Csupor D.: 2023. Gyógyítás és egészségmegőrzés növényekkel. Accredit Laboratórium, Szeged.
- Csupor D. – Lázár A.: 2021. Gyógynövénytár – 50 gyógynövény tudományos alapokon. Medicina Könyvkiadó, Budapest.
- Dibás G. – Molnár M. – Nagy É. – Várkonyi E. – Zilahy J.: 2004. Nagymama házipraktikái. Reader's Digest Kiadó Kft., Budapest. (Eredeti cím: Grossmutter's Hausmittel neu entdeckt.)
- Keskinbaş H. – Aka Sağlıker, H.: 2024. Ethnobotanic research in some villages of the districts of Osmaniye. Fenntartható tápanyag-gazdálkodási tudományos műhely konferenciája 2024 innovatív megoldások a xxi. század mezőgazdaságában. Nyíregyháza, 34–39.
- Lelesz J. É. – Csabai J.: 2016. Relationship investigation between the marigold (*Calendula officinalis* L.) essential oil agents and quantitative presences change under different fertilization settings. Natural Resources and Sustainable Development, 8 (1), 93–98.
- Molnár F.: 2024. Az eltérő tápanyagellátás hatása a körömvirág (*Calendula officinalis* L.) élettani és produkciobiológiai jellemzőire. Diplomamunka. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász. Elérhető: https://dspace.kmf.uz.ua/jspui/bitstream/123456789/4090/4/Molnar_Ferenc_Az_elttero_tapanyagellatas_hatasa_a_koromvirag_Calendula_officinalis_L_elettani_es_produkciobiologiai_jell.pdf
- Szarvas N. D.: 2020. Természetgyógyász a családban. Scolar Kiadó, Budapest.
- Ostrov R.: 1999. A szép bőr titkai. Holló és Társai Könyvkiadó, Budapest.
- Szabó E. – Bujdosó J.: 1994. Biotermék a gyógyászatban – körömvirág. Nővér, 7 (3), 20–22.
- Valló Á.: 2021. Orvosi körömvirág. [Online]
Elérhető: <http://www.valloagnes.hu/content/view/page:Koromvirag-Calendula-officinalis-orvosi/-p:123-132-133>
[Letöltve: 2025.08.25.]
- Varró A. B.: 2011. Gyógynövények gyógyhatásai. In: Növényi gyógyszerek – Hazai gyógynövényeink ismertetése, gyűjtésüknek módja és felhasználásuk a mindennapi életben az egészség szolgálatában. Kódexfestő Könyvkereskedés Kft., Debrecen, Kinizsi Nyomda, 1–215.
- Zámboriné N. É. – Bernáth J.: 2003. Gyógy- és aromanövény hungarikumok megőrzése és fejlesztése. Kertgazdaság, 35 (1), 105–110.

WATER USE EFFICIENCY OF TEFF (*ERAGROSTIS TEF* (ZUCC.) TROTTER) BREEDING LINES UNDER DIFFERENT IRRIGATION TREATMENTS

Judit CSABAI¹ – Gábor BANKÓ¹ – Edit Kosztyuné KRAJNYÁK¹ – John C. CUSHMAN² – Mitiku A. MENGISTU² – Béla SZABÓ¹

¹ University of Nyíregyháza, csabai.judit@nye.hu

² University of Nevada, jcushman@unr.edu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.15>

Abstract

An ancient cereal crop indigenous to the Horn of Africa, teff (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) is becoming more and more popular worldwide because of its high nutritional content and capacity to adapt to a variety of ecological circumstances. This study aimed to evaluate the agronomic performance of three genotypes of *E. tef* and the species *E. curvula* under controlled pot conditions during two growing seasons (2023 and 2024), with and without additional watering.

Using standardized pot trials with humus-rich sandy soil and compost amendment, the experiment was carried out at the University of Nyíregyháza's demonstration garden. Four replicates per treatment were used to measure morphological and yield-related parameters, such as biomass, grain yield, thousand-kernel weight, and stem length.

The species' wide ecological tolerance was confirmed by the results, which showed that all genotypes could generate quantifiable yields in non-irrigated conditions. Irrigation generally improved biomass and grain production, although responses varied by genotype. Genotype PI-494237 yielded the most grain in dry conditions and did not benefit from irrigation, indicating strong drought adaptation. PI-442115 and *E. curvula*, on the other hand, did well in both treatments. PI-494455, on the other hand, did better with irrigation, which means it can handle moderate drought.

These results show that teff can grow well in Central Europe and that it is a good food and forage crop. The observed genetic variability offers opportunities for targeted selection and cultivation strategies in the context of climate-resilient agriculture.

Keywords: drought tolerance, genotype, yield, biomass, irrigation, pot experiment, gluten-free cereal

Introduction

Cereal crops are essential to the production of food worldwide and are therefore very important to Hungarian agriculture (Pepo & Sárvári, 2019). Alongside ordinary cereals, so-called alternative or ancient grains have received more attention in recent decades. Sometimes these species exhibit increased adaptability to extreme climatic conditions and may provide nutritional and physiological advantages (Comino et al., 2013; Chávez et al., 2018; Baillière et al., 2022). Ethiopia has been using teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) as a staple crop for thousands of years. The most common way to eat it is as injera, a sour flatbread that resembles pancakes (Ashoka, 2020).

Teff is one of the most important cereal crops in Ethiopia and Eritrea, where it is cultivated on over 3 million hectares, accounting for approximately 30% of the total area dedicated to cereal production. Teff cultivation has spread beyond of its traditional areas due to its increasing popularity, and it is currently found in nations like India and the United States. Due to its high nutritional value and lack of gluten, teff is a good choice for people with celiac disease (Spaenij-Dekking et al., 2005). It is also rich in essential minerals, such as iron, zinc, and calcium, often in higher concentrations than wheat, rice, or maize (Spaenij-Dekking et al., 2005). The grain

contains 9–13% protein, including all essential amino acids, and is a notable source of calcium, iron, zinc, and magnesium (Abebe et al., 2007; Baye et al., 2014). Certain teff varieties exhibit significantly higher iron bioavailability compared to wheat, rice, or maize (Ligaba-Osená et al., 2021). This characteristic is of particular relevance in developing countries, where iron deficiency remains a major public health concern (Goedecke et al., 2018; Webb et al., 2018).

According to agrotechnical research, teff has a wide range of ecological adaptations. Ethiopia produces 1.5 to 1.7 tons per hectare on average (Ashoka, 2020). Several studies have shown that row planting and transplanting can result in higher yields, even if broadcasting is the most used sowing technique (Ashoka, 2020). Teff reacts favorably to fertilization with nitrogen and phosphate; however, integrated nutrient management systems yield the best results in terms of nutrient management (Habte & Boke, 2017).

Teff is an extremely adaptable crop. In addition to producing flour, the straw has significance as a building material and animal fodder. In animal husbandry, it is particularly beneficial for horses, as its low non-structural carbohydrate content makes it suitable for feeding animals with metabolic disorders (Stanier, 2010).

Teff has been used in international trade in recent years, mostly as a "superfood." Due to the growing need of gluten-free diets, sports nutrition trends, and health-consciousness, it has made an appearance in markets in the US, India, and Europe (Lee, 2018; Barretto, 2021). Although more production technology improvement is still needed, the initial cultivation trials in Hungary have produced encouraging results (Csabai & Szabó, 2023). Further study into teff and the modification of its growth techniques are warranted due to the increasing demand for gluten-free food products, which could present both consumers and producers with exciting prospects.

Materials and methods

The experiments were conducted in May 2023 and 2024 in the demonstration garden of the Institute of Engineering and Agricultural Sciences at the University of Nyíregyháza, which regularly provides research plots for agricultural students. The trials were set up in 40 cm diameter vegetation pots with a surface area of 0.125 m², with four replications, each containing two plants per pot.

The soil used was humus-rich sand, amended in the spring of 2022 with 50 t/ha of well-matured compost. According to soil analysis, the pH was approximately 7.2, the humus content was 0.5%, and the levels of phosphorus and potassium were found to be in the low to moderate range (Table 1).

Table 1. Soil properties of the vegetation pots

Parameters	Years		
	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Sampling depth (cm)	0-30	0-30	0-30
pH (KCl)	7.08	7.2	7.22
Arany-type plasticity index (KA number)	28	31	34
Water-soluble total salts (m/m%)	0.02	<0.02	<0.02
Organic carbon – Humus content (m/m%)	1.03	0.299	0.5
AL-extractable phosphorus (P ₂ O ₅) (mg/kg)	183	72.7	49.5
AL-extractable potassium (K ₂ O) (mg/kg)	242	69.8	61.7
KCl-extractable nitrate (NO ₃ ⁻) (mg/kg)	3.92	1.81	1.8

Source: Soil and Plant Testing Laboratory, Hungarian Horticultural Propagation Material Nonprofit Ltd. (Újfehértó)

In May 2023 and 2024, the experiment was carried out in the Institute of Engineering and Agricultural Sciences' demonstration garden at the University of Nyíregyháza. Trial plots for student-led agricultural research are frequently available in the research region. Four replicates of two plants each were cultivated in vegetation pots measuring 40 cm in diameter and having a surface area of 0.125 m². Professor John Cushman of the University of Nevada, Reno, supplied the teff genotypes used in this study.

The following four genotypes were studied:

1. *Eragrostis tef* PI-442115 (semi-dwarf, drought-tolerant, Rapid'),
2. *Eragrostis tef* PI-494237 (drought-tolerant, genome-sequenced, white-seeded),
3. *Eragrostis tef* PI-494455 (drought-tolerant, white-seeded),
4. *Eragrostis curvula* (drought-tolerant).

Sowing was performed at a depth of 0.5 cm, with 0.44 g of seeds (approximately 1,467 viable seeds) per pot, on May 8, 2023, and May 6, 2024, respectively. During the growing seasons of 2023 and 2024, the amounts of natural precipitation were 299 mm and 320 mm, respectively. To supplement this, a total of 96 mm of irrigation was applied (twice a week, 0.5 L per pot, 24 occasions), resulting in a total water input of 395 mm.

Harvesting was carried out at a stubble height of 10 cm on 13 November 2023 and 9 September 2024, respectively. Fresh biomass was weighed immediately after harvest, and then the samples were dried at 20 °C. Seeds were cleaned manually through a process of threshing, sieving, and air-blowing to achieve nearly 100% purity.

The following agronomic parameters were assessed:

- fresh and dry biomass weight,
- total grain yield,
- straw mass,
- thousand-kernel weight (TKW),
- plant height and stem length.

TKW was determined by weighing four subsamples of 500 seeds each. Stem length was measured from three bunches per replicate, with 10 randomly selected stems per bunch.

Throughout both growing seasons (2023 and 2024), no pests or diseases were observed, so no plant protection measures were required. Due to the crop's rapid early development, no weed control interventions were necessary.

Results

Within 10–12 days of seeding, all four genotypes showed effective emergence, with consistent shoot appearance across treatments. The more frequent irrigation schedule in 2024 probably contributed to the faster and denser germination that was seen.

Measurements of biomass showed significant annual fluctuation (Tables 2–3). Compared to 2023, aboveground biomass was significantly higher in 2024 for all genotypes. Higher residual moisture and earlier harvest timing are partially to blame for this, although irrigation and genotype-specific reactions also had a role. Interestingly, under irrigation, PI-494237 showed a decrease in biomass, indicating a potential vulnerability to overwatering. On the other hand, under irrigated conditions, *E. curvula* showed the strongest beneficial reaction, with biomass increasing by more than seven times.

These results imply that even though teff can withstand drought, harvest timing and water availability still affect biomass production, and genotype-specific patterns need more research.

Table 2. Aboveground biomass yield of teff genotypes under irrigated and control conditions in 2023 (measured on 13 November 2023)

Genotype	Value
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	53 g
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	61 g
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	45 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	21 g

Table 3. Aboveground biomass of four *Eragrostis* genotypes under control and irrigated conditions (measured on 9 September 2024)

Genotype	Control	Irrigated
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	159 g	184 g
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	202 g	123 g
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	142 g	144 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	131 g	149 g

Clear differences were observed in grain yield between the two experimental years under control conditions, as well as between the control and irrigated treatments in 2024 (Tables 4–5). This is also supported by the Independent-Samples T-test (Makszim, 2019). Despite a measured reduction in soil nutrient availability (Table 4), three of the four genotypes, PI-442115, PI-494237, and *E. curvula*, produced higher yields in 2024 than in 2023 under control conditions, suggesting good resilience to moderate nutrient depletion.

In contrast, genotype PI-494455 showed a reduction in yield under control conditions in 2024 compared to the previous year. However, it responded strongly to irrigation, reaching a yield of 6.5129 g, which indicates greater dependency on external water input.

These results support the presence of genotype-specific adaptability patterns in *Eragrostis* species. While PI-494237 and *E. curvula* appear more robust under limited-resource conditions, PI-494455 may be better suited for intensive or irrigated cultivation.

Table 4. Total grain yield of four *Eragrostis* genotypes under control conditions in 2023 (measured on 20 February 2024)

Genotype	Value
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	3.7403 g
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	1.7719 g
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	4.1691 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	1.6202 g

Table 5. Total grain yield of four *Eragrostis* genotypes under control and irrigated conditions in 2024 (measured on 31 October 2024)

Genotype	Control	Irrigated
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	4.1070 g	9.4195 g
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	9.2745 g	6.2849 g
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	2.0029 g	6.5129 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	5.1804 g	8.8909 g

Higher thousand-kernel weight (TKW) values were recorded in the first year of the study across all genotypes. This trend may have been influenced by the reduced availability of plant-available nutrients in the second year, as indicated by soil analysis results (see Table 4). A diminished nutrient supply may have limited grain filling, thereby affecting kernel weight.

Only *E. tef* PI-494455 (Genotype 3) responded favorably to irrigation in 2024, as evidenced by an increase in TKW from 0.3005 g to 0.3175 g. All other genotypes, however, either exhibited no change or had minor declines.

For teff and related species, the recorded values were consistent with previously published data, indicating that the experimental settings were within biologically relevant ranges (Tables 6–7).

Table 6. Thousand-kernel weight (TKW) of four *Eragrostis* genotypes in 2023 (measured on 26 February 2024)

1. *E. tef* PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant 0.3677 g

Genotype	Value
2. <i>E. tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	0.3177 g
3. <i>E. tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	0.3219 g
4.4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	0.2755 g

Table 7. Thousand-kernel weight (TKW) of four *Eragrostis* genotypes under control and irrigated conditions in 2024 (measured on 4 November 2024)

Genotype	Control	Irrigated
1. <i>E. tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	0.2961 g	0.2766 g
2. <i>E. tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	0.3015 g	0.2871 g
3. <i>E. tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	0.3005 g	0.3175 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	0.2545 g	0.2459 g

In the second year of the experiment, a greater average stem length was noted. This tendency was probably influenced by agronomic variations between the two growth seasons. Compared to 2023, there was a modest increase in total precipitation, a longer period of sunshine, and less severe drought stress in 2024. It's possible that these environmental enhancements encouraged improved vegetative growth and stem elongation in all genotypes.

For teff cultivars, the four accessions examined in this study typically lie within the medium stem height range. There was a noticeable rise in stem length from year to year, even if the differences were not very noticeable. Furthermore, in 2024, genotype-specific responses to irrigation were noted: PI-494237 achieved its maximum height in the non-irrigated (control) treatment, while PI-442115 and PI-494455 displayed taller stems under irrigated circumstances. This variation demonstrates the intricate relationship between genotype expression and water availability (Tables 8 and 9).

Table 8. Stem length of four *Eragrostis* genotypes in 2023 (measured on 13 November 2023)

Genotype	Value
1. <i>E. tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	52.29 cm
2. <i>E. tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	47.81 cm
3. <i>E. tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	42.67 cm
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	35.18 cm

Table 9. Stem length of four *Eragrostis* genotypes under control and irrigated conditions in 2024 (measured on 31 October 2024)

Genotype	Control	Irrigated
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	50.50 cm	58.40 cm
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	62.55 cm	60.05 cm
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	53.15 cm	58.80 cm
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	51.85 cm	52.90 cm

Straw mass measurements showed considerable variation between years, as well as between control and irrigated plants within the 2024 experiment. As with biomass data, part of the variability may be attributed to differences in harvest dates and corresponding plant moisture content at the time of sampling.

A particularly large difference was observed between control plants in 2023 and 2024, with straw mass values being 5 to 6 times higher on average in the second year. Within the 2024 trial, Genotypes 1 and 2 displayed the most significant variation between irrigation treatments:

- *E. tef* PI-442115: 79 g (control) vs. 96 g (irrigated)
- *E. tef* PI-494237: 124 g (control) vs. 56 g (irrigated)

Conversely, Genotypes 3 and 4 showed relatively stable straw yields across treatments:

- *E. tef* PI-494455: 68 g (control) vs. 64 g (irrigated)
- *E. curvula*: 53 g (control) vs. 58 g (irrigated)

These findings suggest genotype-specific responses to water availability, and possibly varying allocation of assimilates between reproductive and vegetative tissues. In particular, the substantial drop in straw mass in *E. tef* PI-494237 under irrigation may indicate a shift in resource partitioning towards grain production or altered growth dynamics under supplemental water (Table 10-11).

Table 10. Straw mass of four *Eragrostis* genotypes in 2023 (measured on 20 February 2024)

Genotype	Value
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	16 g
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	20 g
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	15 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	10 g

Table 11. Straw mass of four *Eragrostis* genotypes under control and irrigated conditions in 2024 (measured on 25 November 2024)

Genotype	Control	Irrigated
1. <i>E.tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	79 g	96 g
2. <i>E.tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	124 g	56 g
3. <i>E.tef</i> . PI-494455 drought-tolerant (white)	68 g	64 g
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	53 g	58 g

The extrapolated grain yield values per hectare, calculated from pot trials, are shown in Table 12. The data reveal significant differences between the years and treatments.

In 2023, yields were consistently lower across all genotypes, ranging from 1.30 to 3.34 q/ha, which is expected due to less favorable environmental conditions and reduced vegetative

development. In contrast, the 2024 control and irrigated treatments both resulted in markedly improved yields.

Genotype 1 (*E. tef* PI-442115) achieved the highest yield under irrigation (7.54 q/ha), showing clear responsiveness to additional water input. *E. curvula* (Genotype 4) also responded well, nearly tripling its 2023 output.

Genotype 2 (*E. tef* PI-494237) produced its best result in the control group in 2024 (7.42 q/ha), suggesting a possible sensitivity to irrigation or altered nutrient uptake. Meanwhile, Genotype 3 (*E. tef* PI-494455) performed best under irrigation (5.21 q/ha), more than tripling its yield compared to the control treatment of the same year (1.60 q/ha).

These results underscore the importance of genotype-environment interactions and indicate that irrigation had both positive and variable effects depending on the accession. Yield differences also align with observations in biomass and straw mass, further supporting the physiological diversity among the tested *Eragrostis* types.

Table 12. Extrapolated grain yield per hectare (q/ha) based on pot experiments in 2023 and 2024 under control and irrigated conditions

Genotype	2023.	2024. Control	2024. Irrigated
1. <i>E. tef</i> PI-442115 semi dwarf (Rapid) drought-tolerant	2.99	3.27	7.54
2. <i>E. tef</i> PI-494237 drought-tolerant genome sequenced white seeds	1.42	7.42	5.03
3. <i>E. tef</i> PI-494455 drought-tolerant (white)	3.34	1.60	5.21
4. <i>Eragrostis curvula</i> (drought-tolerant)	1.30	4.14	7.11

Discussion

The broad ecological adaptability of teff is well established. In Ethiopia, it is cultivated under both humid highland and arid savanna conditions, which represents one of its most important adaptive traits (Baye et al., 2014; Ligaba-Osena et al., 2021). The findings of our 2023–2024 pot experiments reinforce this observation. Under irrigated conditions, most genotypes produced greater biomass and grain yield. However, even in the absence of supplemental irrigation, stable growth and acceptable yields were observed. These results support the notion that teff could serve as a promising crop for sustainable grain production under changing climatic conditions. Similar genotype-specific physiological responses under drought were reported by Mengistu et al. (2022), who observed significant variation in water use efficiency and adaptive traits across teff accessions (Mengistu – Cushman, 2024).

In terms of grain yield, genotype PI-494237 was outstanding. It achieved its highest yield under non-irrigated conditions and did not respond positively to irrigation; on the contrary, in some cases, its yield actually decreased. This behaviour aligns with its described drought tolerance and suggests that the genotype is particularly well adapted to water-limited environments. As a white-seeded type, PI-494237 has potential for direct human consumption and may represent a marketable, gluten-free grain alternative.

Genotype PI-442115 ('Rapid') and *Eragrostis curvula* both showed balanced performance, with moderate yields under control conditions and markedly higher outputs under irrigation. Their consistent response across treatments indicates their suitability for cultivation under a wide range of environmental conditions. In addition to high grain yields, both accessions produced substantial biomass and straw mass, enhancing their value for forage use alongside their role in food production. Although *E. curvula* had a lower thousand-kernel weight, reducing its significance as a food grain, its stable and high vegetative yield underscores its utility as a fodder crop.

Under dry conditions, genotype PI-494455 performed worse; however, it responded favorably to irrigation, showing a significant increase in grain output. This implies that it might have a

moderate tolerance for drought, but it might do well in intensive farming systems with access to water supplements or irrigation.

Conclusion

All things considered, the experiment demonstrated that teff is a very hardy crop that can provide respectable yields without irrigation while demonstrating notable yield gains when irrigated. *E. curvula* and PI-442115 produced the most balanced performance across both treatments, while PI-494237 showed the highest drought tolerance among the investigated genotypes.

The genetic diversity within the *Eragrostis* genus is shown by the found genotype differences. Because of its diversity, it is possible to choose and use particular kinds for a variety of applications, such as fodder use (biomass and straw yield) or food production (grain yield).

References

- Abebe, Y. – Bogale, A. – Hambidge, K. M. – Stoecker, B. J. – Bailey, K. – Gibson, R. S.: 2007. Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3), 161–168.
- Ashoka, P. – Sunitha, N. H. – Nagangoudar, M. B.: 2020. Planting Method and Nutrient Management in Teff (*Eragrostis tef*) – A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(1), 145–151.
- Baillié, J. – Laureys, D. – Vermeir, P. – Van Opstaele, F. – De Rouck, G. – De Cooman, L. – De Clippeleer, J.: 2022. 10 unmalted alternative cereals and pseudocereals: A comparative analysis of their characteristics relevant to the brewing process. *Journal of Cereal Science*, 106, 103482.
- Barretto, R.: 2021. Teff (*Eragrostis tef*) processing, utilization and future opportunities: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 56, 3125–3137.
- Baye, K. – Mouquet-Rivier, C. – Icard-Vernière, C. – Picq, C. – Guyot, J.-P.: 2014. Changes in mineral absorption inhibitors consequent to fermentation of Ethiopian injera: implications for predicted iron bioavailability and bioaccessibility. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(1), 174–180.
- Csabai, J. – Szabó, B.: 2023. A gluténmentes gabona, a Teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) termesztésének vizsgálata Közép-Európában. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 18. (Különszám), 105–112. DOI: 10.14232/jtgf.2023.kulonszam.105-112.
- Chávez, D. – Ascheri, J. – Martins, A. – Carvalho, C. – Bernardo, C. – Teles, A.: 2018. Sorghum, an alternative cereal for gluten-free product. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(2), 169–177.
- Comino, I. – Moreno, M. L. – Real, A. – Rodríguez-Herrera, A. – Barro, F. – Sousa, C.: 2013. The gluten-free diet: testing alternative cereals tolerated by celiac patients. *Nutrients*, 5(10), 4250–4268.
- Goedecke, T. – Stein, A. J. – Qaim, M.: 2018. The global burden of chronic and hidden hunger: trends and determinants. *Global Food Security*, 17, 21–29.
- Habte, M. – Boke, S.: 2017. Influence of balanced nutrients on growth performance and yield of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.)) in the midland of Bensa, Southern Ethiopia. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 6(3), 101–103.
- Lee, H.: 2018. Teff, a rising global crop: Current status of teff production and value chain. *The Open Agriculture Journal*, 12(1), 185–193.
- Ligaba-Osena, A. – Mengistu, M. – Beyene, G. – Cushman, J. – Glahn, R. – Piñeros, M.: 2021. Grain mineral nutrient profiling and iron bioavailability of an ancient crop teff (*Eragrostis tef*). *Australian Journal of Crop Science*, 15(10), 1314–1324.
- Makszim Gy. N. T.: 2019. Statisztika II. Nyíregyháza, Magyarország : Nyíregyházi Egyetem (2019) , 131 p.
- Mengistu, M. A., – Cushman, J. C. (2024): The role of drought-induced proteins in regulating drought tolerance in cereals. In: Tuberosa, R. (ed.): *Developing drought-resistant cereals*, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK, pp. 115–146. <https://doi.org/10.19103/AS.2022.0109.04>
- Mengistu, M. A. – Yim, W. C. – Solomon, J. K. – Cushman, J. C.: 2025. Exploring the phenotypic diversity of *Eragrostis tef* for biomass and grain production under optimum growth conditions. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1538510.
- Pepó, P. – Sárvári, M.: 2019. Gabonanövények termesztetősége. Digitális Tankönyvtár.
- Piszkerné Fülöp, É. – Treitz, M. – Treitz, J.: 2017. Egyre kelendőbb a csicseriborsó Európában is. *Agroinform.hu*.
- Spaenij-Dekking, L. – Kooy-Winkelaar, Y. – Koning, F.: 2005. The Ethiopian cereal tef in celiac disease. *New England Journal of Medicine*, 353, 1748–1749.
- Stanier, W. B. – Bussard, J. R. – Repard, N. M. – Hall, M. H. – Burk, A. O.: 2010. Voluntary intake and digestibility of teff hay fed to horses. *Journal of Animal Science*, 88, 3296–3303.
- Webb, P. – Stordalen, G. A. – Singh, S. – Wijesinha-Bettoni, R. – Shetty, P. – Lartey, A.: 2018. Hunger and malnutrition in the 21st century. *BMJ*, 361.

EXPLORING CULTURAL INFLUENCES ON DIET: A CASE STUDY OF INTERNATIONAL STUDENTS IN HUNGARY

*Judit CSABAI¹ – Zsolt T. HÖRCSIK¹ – Béla SZABÓ¹ – Edit KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK¹ -
Sheriff KAMARA¹ - James Robert MBOMA¹ – Anzhela KOLESNYK² - Alin CIOBICA³ - Gabriel
DĂSCĂLESCU⁴ - Irina-Luciana GURZU⁴ - Bogdan NOVAC⁴ - Antoneta Dacia PETROAIE⁴ -
Cristina KANTOR⁴ – Tímea NAGY MAKSZIM GYÖRGYNÉ⁴*

¹ University of Nyíregyháza 4400. Nyíregyháza, Sóstói str. 31/b

² Uzhhorod National University, Universytets'ka St, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Oblast, Ukraina, 88000

³ Apollonia University; Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Bulevardul Carol I, Nr. 11, 700506, Iași, România

⁴ University of Medicine and Pharmacy Grigore T. Popa, Strada Universității 16, Iași 700115, România

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.16>

Abstract

The University of Nyíregyháza's international students' eating habits were investigated, with a particular emphasis on vegetarianism and its connection to lifestyle. A questionnaire survey was administered in January and February of 2025 to 61 participants, or approximately one-fifth of all overseas students. From the results, it is observed that over half of the students (54%) did not adopt any particular diet. When compared, weight-control diets (18%) and fasting intermittently (16%) had the highest frequency of eating behaviors. Another percentage of students regarded themselves as vegetarian (7%) or flexitarian (3%).

Meat-eating continued to dominate, with just over half of the interviewers (48%) reporting that they ate meat several times a day, and just under one-third (31%) reporting that they ate it once a day. Self-notification for dietary choice was associated with health, religion, pressure from relatives and neighbors, and appearance. In the case of meat consumption, taste and the perception of meat as a natural and nutritionally essential food were the most decisive factors. There was no significant relationship in the statistics between the type of diet and the gender or nationality of the interviewers.

Keywords: vegetarianism; weight-control diet; intermittent fasting; international students; University of Nyíregyháza

Introduction

A variety of factors, such as cultural background, personal preferences, and the culinary environment of the host country, influence the dietary choices made by international students (Cahill & Stavrianeas, 2013; Alakaam et al., 2015). While traditional Hungarian food continues to be popular, Garai-Fodor and Popovics (2022) noted that there is an increasing need for more varied and healthful nutritional options. At the same time, many Hungarian food service settings still fail to adequately support vegetarian and religiously oriented diets. International students tend to place more value on the quality of their food choices and consider themselves to be more health-conscious than their Hungarian counterparts, according to Czine et al. (2020). Cultural preferences, especially the items people are accustomed to from their native countries, frequently have a significant influence on their choices. Németh et al. (2019) analyzed the eating behaviors of international students in Hungary from their sustainability perspective. They indicated that students frequently indicated healthier cuisine use in their host countries, less use of meat, and more use of green food. Despite that, they also struggled with accessing fresh and seasonal products, such as fish, green vegetables, and fruit. Environmental concerns, such as water use and global warming, however, did not consciously influence their choice of foods.

Religious and cultural conventions also dictate eating styles. Pork is off-limits in Islamic culture and must be cooked to halal specifications (Nakyinsige et al., 2012). Beef is avoided in Hindu practices due to the holiest status of the cow (Simoons, 2019). Conversely, there are typically fewer dietary restrictions associated with Christianity; however, some followers abstain from

meat at particular times, including Lent (Necula & Mann, 2019). Vegetarianism is common in many parts of India, both as a deeply ingrained cultural practice and for religious reasons (Filippini & Srinivasan, 2019). These variations could make it hard for international students to find staple meats in their host nation that align with their own faith or cultural conventions.

Dietary changes are adopted for various reasons, including health, lifestyle, and taste preferences (Gilbert & Khokhar, 2008; Szakály et al., 2012; Jayasinghe et al., 2025). Most individuals do not adhere to diets and do eat without limitation (Johnson et al., 2012). There is another group that utilizes weight-control diets, which have gained increasing adherents among individuals seeking to manage their body weight or body image (Daly et al., 2022). Such diets entail planned eating, smaller serving sizes, or monitoring of consumed calories (McComb & Mills, 2021). There is also rising popularity for intermittent fasting, when individuals limit eating to particular times of day or skip their meal(s) for specific days (Duregon et al., 2021). This is believed to make most such individuals healthier or more focused (Mattson, 2023). Vegetarian diets, even when deeply rooted in culture, are also adopted in present-day times for ethical motives, such as caring for more peaceful, nature-oriented, and sentient life, or for motives related to always staying green and healthy (Hargreaves et al., 2021; North et al., 2021).

Even while more people are becoming aware of vegetarian and flexitarian diets, they are still not very widespread in Hungary. Csabai et al. (2022) report that 1% of people identify as vegan, 2% as vegetarian, 9% as flexitarian, and 2% as pescatarian. According to follow-up research, those with more education—especially those with academic backgrounds—are more likely to follow such diets (Csabai et al., 2022, 2023). Research on vegetarian philosophy (Csabai et al., 2022) indicates that people who adhere to more stringent meatless diets are more likely to reject the notion that humans are superior to animals, indicating that ideological ideas also seem to have an impact on dietary choices. This indicates that beyond health and environmental considerations, ethical worldviews also play an important role in shaping dietary decisions within Hungarian society.

Materials and methods

This quantitative study set out to investigate the eating patterns of University of Nyíregyháza students enrolled in degree programs taught in English, with a focus on vegetarianism and its relationship to lifestyle decisions. The results are based on a questionnaire survey that was completed by 61 people during January and February of 2025.

The target population consisted of approximately 300 students from bachelor's and master's programs taught in English, meaning the sample represented roughly 20% of this group. Data collection was carried out both online (via Google Forms) and in paper-based format. The questionnaire included 20 items comprising open-ended, semi-open, and closed questions. Coding and statistical analysis were conducted using SPSS and Excel software.

In addition to descriptive statistics, methods suitable for examining associations between categorical variables were applied. In particular, we used Cramer's V coefficient (Makszim, 2023; Makszim, 2022). This measure reflects a stochastic, or probabilistic, relationship between two qualitative or categorical characteristics. To test the independence of the variables, we applied the Chi-square (χ^2) test (Makszim, 2011).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{(f_{ij} - f_{ij}^*)^2}{f_{ij}^*}$$

Here n denotes the number of categories of one variable, and m the number of categories of the other.

f_{ij}: observed frequency

f_{ij} *: expected frequency

If the independence test indicates that the two variables are not independent, it is then relevant to examine the strength of their association, for which Cramer's V coefficient is used (Hunyadi–Mundruczó–Vita, 2001).

$$C^2 = \frac{\chi^2}{N \min\{(r-1)(c-1)\}}$$

and

$$C = \sqrt{C^2}$$

All statistical analyses were performed at a 5% significance level.

Results

The questionnaire survey was completed by 61 students enrolled in English-language degree courses at the University of Nyíregyháza, the majority of whom were international students. Of the respondents, 25 were women (41%) and 36 were men (59%). Most participants were between 18 and 25 years of age (Figure 1), which reflects the full-time nature of English-medium courses. The average age was 24 years, with a standard deviation of 5 years, indicating a relatively young and homogeneous population.

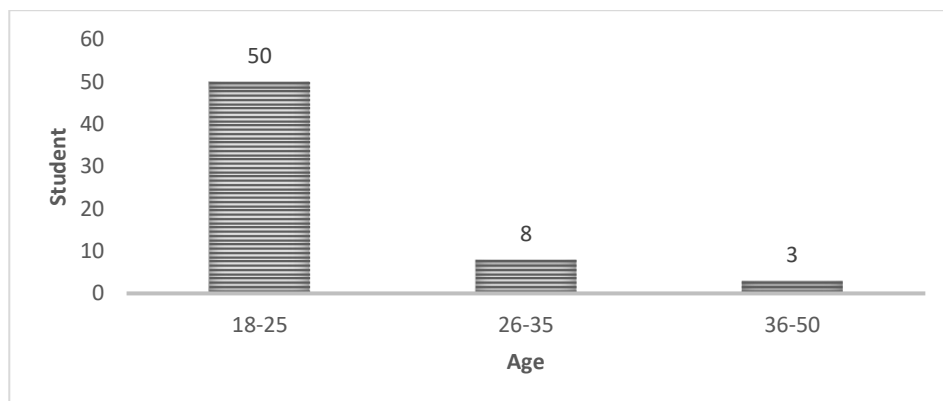


Figure 1. Age structure of respondents enrolled in English-language courses

Monthly income levels showed a much wider variation (Figure 2). The mean income was 182,000 HUF, the median 108,000 HUF, with a standard deviation of 19,000 HUF. The relative standard deviation of 104% and a Youle–Pearson coefficient above 1 (Ay = 1.17) both confirm the strongly unequal distribution of income. This suggests that financial background may substantially influence food-related decisions, even though no statistically significant relationship was detected between income and diet type in this sample.

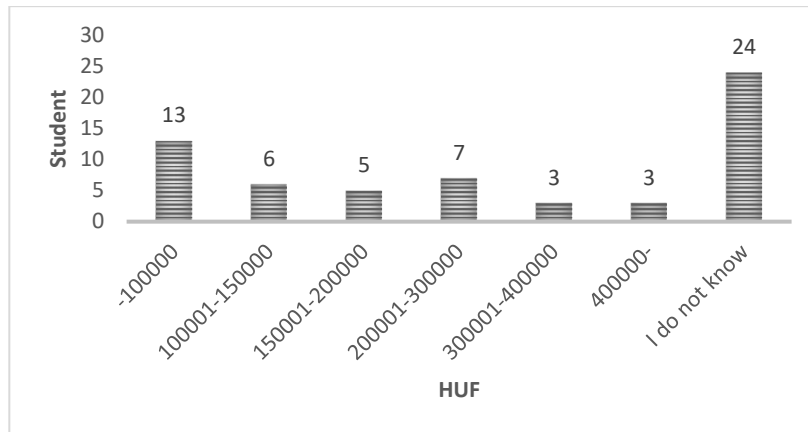


Figure 2. Monthly income distribution of respondents

The diversity of the international student body was also reflected in country of origin (Figure 3). Respondents came from 25 different countries, with the largest groups from Ukraine, Nigeria, Hungary, and China. This cultural heterogeneity provides an important background to interpreting dietary patterns.

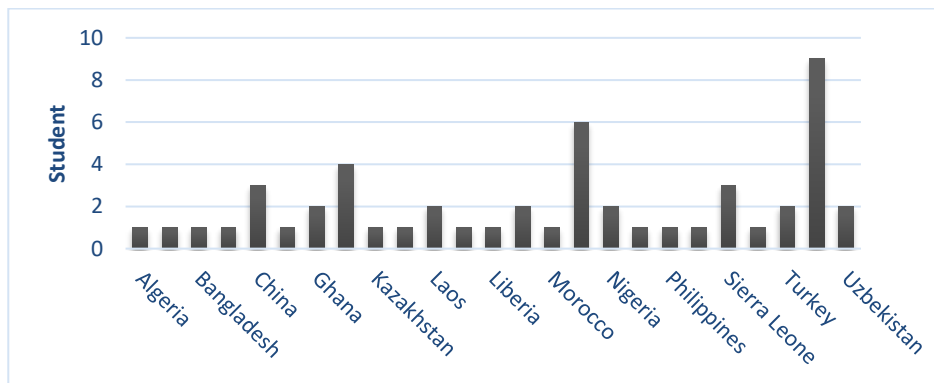


Figure 3. Distribution of students by country of origin

As shown in Figure 4, the majority of students (54%) reported not following any particular diet. Among those who did, the most frequent dietary practices were weight-control diets (18%) and intermittent fasting (16%). A smaller proportion identified as vegetarians (7%) and flexitarians (3%). In addition, several respondents indicated following protein-rich diets, most likely connected to the popularity of bodybuilding and gym-based exercise among young adults. These choices generally reflect lifestyle- and appearance-related motivations. By contrast, a distinct group of students followed health-related diets such as lactose-free, gluten-free, or diabetic diets. In these cases, the motivation was not voluntary but rather a medical necessity, based on food intolerance or chronic illness. This differentiates them fundamentally from diets chosen for weight management, fitness, or ethical considerations.

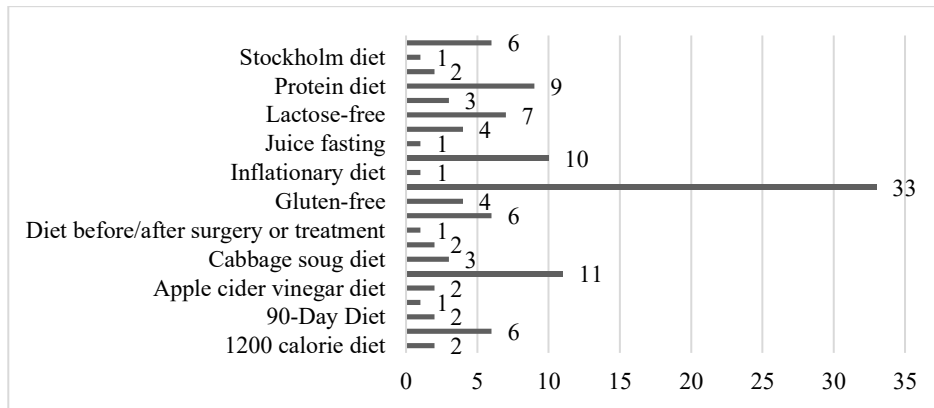


Figure 4. Distribution of respondents by diet type

32% of respondents identified health as the primary motivation for choosing a diet, followed by religion (8%), family/community influence, and appearance. This supports past research showing that dietary choices are typically influenced by a mix of social, cultural, and health factors rather than just one.

Meat consumption patterns confirmed the continuing dominance of animal-based diets among the students. Almost half (48%) reported eating meat several times a day, and one third (31%) once a day. Smaller groups reported avoiding meat on certain days (11%), following a mainly plant-based but occasionally meat-inclusive diet (3%), or avoiding meat altogether while still consuming eggs or fish (3%). Beef, poultry, and fish were the most frequently consumed types of meat, while one third or more also consumed seafood, lamb, and pork. Only two respondents reported eating rabbit (Figure 5).

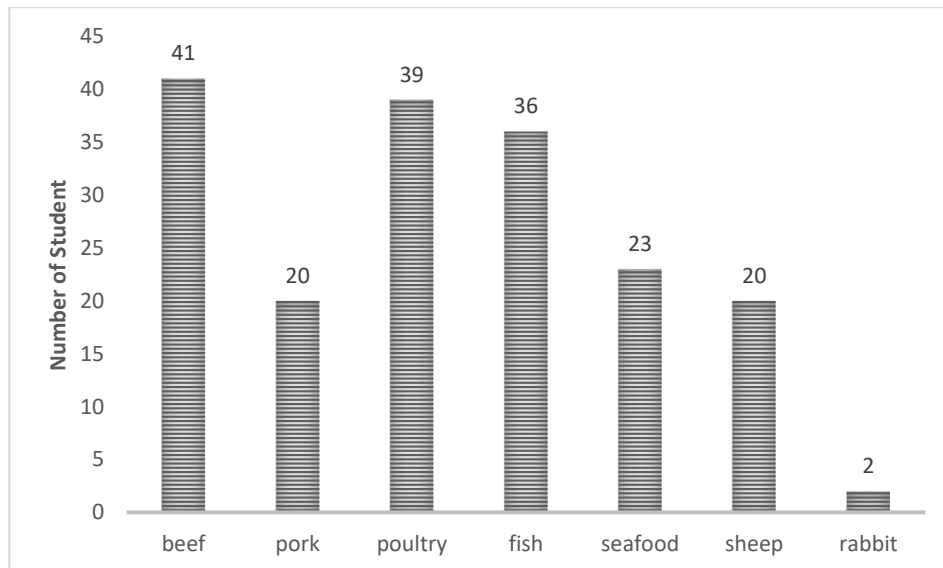


Figure 5. Most frequently consumed types of meat among respondents

The motivations for meat consumption were dominated by taste preferences and by the widespread perception of meat as a natural and necessary food source. Many respondents emphasized the importance of micronutrients, considering them essential for maintaining good health.

Conclusion

Our study provided insight into the dietary habits of students enrolled in English-taught programs at the University of Nyíregyháza, the majority of whom are international students. The results show that most respondents (54%) do not follow a specific diet, while the most frequent dietary practices included weight-control diets (18%) and intermittent fasting (16%). A smaller share identified as vegetarians (7%) or flexitarians (3%). Health, religion, family influence, and appearance were mentioned as reasons for choosing a particular diet, but no significant associations were found between diet choice and either gender or country of origin.

The analysis of meat consumption patterns revealed that meat remains a central element of students' diets. Nearly half of the respondents (48%) consumed meat several times a day, while about one third (31%) ate meat once a day. A smaller group (11%) avoided meat on certain days of the week, 3% followed a mainly plant-based but occasionally meat-eating diet (flexitarian), and only 3% reported not eating meat at all, although they consumed eggs or fish instead. The reasons for meat consumption were largely cultural and personal, with taste and the perception of meat as a natural and necessary food source being the most common explanations. Students also emphasized the importance of micronutrients such as iron, vitamin B12, and zinc, which they considered essential for maintaining health.

Income data showed considerable variability, highlighting the diverse financial circumstances of international students. Although such differences could potentially influence dietary choices, no statistically significant correlation was found between income level and diet type in this study.

The percentage of vegetarian students (7%) in the study is significantly higher than the Hungarian average found in the literature when compared to national statistics (Csabai et al., 2022), indicating that international students are more receptive to different dietary patterns. But the prevalence of daily meat consumption (a total of 79%) suggests that traditional dietary practices are still widely used.

All things considered, the results highlight the diverse range of food-related beliefs and practices among international students. Individual preferences and cultural background appear to have a greater impact on food decisions than do worldwide lifestyle trends. Future research examining the relationships between eating habits, health consciousness, and student lifestyles in global academic environments may find these insights to be a helpful starting point.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the support of the CEEPUS programme, which enabled student and staff mobility, thereby making the joint research and publication possible.

References

- Alakaam, A. A. – Castellanos, D. C. – Bodzio, J. – Harrison, L.: 2015. The factors that influence dietary habits among international students in the United States. *Journal of International Students*, 5(2), 104–120.
- Cahill, C. R. – Stavrianeas, S.: 2013. Assessing Dietary Changes in International Students and the Barriers to Healthy Living Abroad: A Review. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(4).
- Csabai, J. – Szabó, B. – Kosztyuné Krajnyák, E. – Szabóné Berta, O. – Hörsik, Zs. T.: 2022. The current state of vegetarianism in Hungary, its possible effects on the agricultural structure and the food system. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 13(1), 31–57. Art. no. e22103. P-ISSN: 2067-9874, E-ISSN: 2068-7958.
- Csabai, J. – Szabó, B. – Szabó Tarczalíné, Á. – Szanyi, M. – Kosztyuné Krajnyák, E.: 2021. Examining the vegetarianism among Hungarian intellectuals, forecasting possible further growth. In: *International Multidisciplinary Conference, 14th Edition, 25–26 November 2021, Nyíregyháza–Baia Mare (Romania–Hungary)*, 31–36.
- Csabai, J. – Szabó, B. – Kosztyuné Krajnyák, E. – Hörsik, Zs. T. – Nagy Makszim Györgyné, T.: 2022. Examining Some Ideological Aspects of Vegetarianism. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology*, 52, 32–36. <https://www.researchgate.net/publication/375373563>

- Czine, P. – Szakály, Z. – Balogh, P.: 2020. A review of purchasing preferences for margarine among Hungarian and international students. University of Debrecen Repository, 1–17. <https://dea.lib.unideb.hu/bitstreams/8d334326-f07b-46cf-a620-af8f45220015/download>
- Daly, A. N. – O’Sullivan, E. J. – Kearney, J. M.: 2022. Considerations for health and food choice in adolescents. *Proceedings of the Nutrition Society*, 81(1), 75–86.
- Duregon, E. – Pomatto-Watson, L. C. – Bernier, M. – Price, N. L. – de Cabo, R.: 2021. Intermittent fasting: from calories to time restriction. *Geroscience*, 43(3), 1083–1092.
- Filippini, M. – Srinivasan, S.: 2019. Impact of religious participation, social interactions and globalization on meat consumption: Evidence from India. *Energy Economics*, 84, 104550. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104550>
- Garai-Fodor, M. – Popovics, A.: 2022. Changes in Food Consumption Patterns in Hungary, with Special Regard to Hungarian Food. *Acta Polytechnica Hungarica*, 19(6), 97–115. https://acta.uni-obuda.hu/GaraiFodor_Popovics_126.pdf
- Gilbert, P. A. – Khokhar, S.: 2008. Changing dietary habits of ethnic groups in Europe and implications for health. *Nutrition Reviews*, 66(4), 203–215.
- Hargreaves, S. M. – Raposo, A. – Saraiva, A. – Zandonadi, R. P.: 2021. Vegetarian diet: an overview through the perspective of quality of life domains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4067.
- Hunyadi, L. – Mundruczó, Gy. – Vita, L.: 2001. *Statisztika*. Aula Kiadó, Budapest, 169–171.
- Johnson, F. – Pratt, M. – Wardle, J.: 2012. Dietary restraint and self-regulation in eating behavior. *International Journal of Obesity*, 36(5), 665–674.
- Makszim Györgyné, Nagy T.: 2023. A Térségi Vállalkozási Térszerkezeti Modell elméleti bemutatása. *Kommunikáció Média-gazdaság*, 11(1), 123–152.
- Makszim Györgyné, Nagy T.: 2022. Társadalmi folyamatok térszerkezetének vizsgálata. In: János, I. (szerk.) *Tradíció és innováció ötvözete a Nyíregyházi Egyetemen*. Nyíregyháza, Nyíregyházi Egyetem, 276–288.
- Makszim Györgyné, Nagy T.: 2011. A magyar megyék gazdasági fejlettségének összehasonlító elemzése a társadalmi folyamatok összefüggésében. *Comitatus: Önkormányzati Szemle*, 21(200), 18–27.
- Mattson, M. P.: 2023. *The intermittent fasting revolution: The science of optimizing health and enhancing performance*. MIT Press.
- Nakyinsige, K. – Man, Y. B. C. – Sazili, A. Q.: 2012. Halal authenticity issues in meat and meat products. *Meat Science*, 91(3), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.015>
- Necula, R. – Mann, S.: 2019. The Renaissance of Fasting—Evidence from a Religious Location in Europe. *Forum for Social Economics*, 49(4), 446–464. <https://doi.org/10.1080/07360932.2019.1656663>
- Németh, I. – Rudnak, I. – Fogarassy, C. – Kovács, A. – Oláh, J.: 2019. The role of cultural factors in sustainable food consumption: An investigation of the consumption habits among international students in Hungary. *Sustainability*, 11(11), 3052. <https://doi.org/10.3390/su11113052>
- North, M. – Klas, A. – Ling, M. – Kothe, E.: 2021. A qualitative examination of the motivations behind vegan, vegetarian, and omnivore diets in an Australian population. *Appetite*, 167, 105614.

BAROMFITRÁGYÁVAL KEZELT TRITIKÁLÉ (× *TRITICOSECALE* WITTMACK) FÖLD FELETTI BIOMASSZA HOZAMÁNAK ÉS TERMÉSELEMEINEK VIZSGÁLATA

KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit¹ – GYÖRGYI Gyuláné² – SHOKIROV Shukhrat³ –
ABDURAHMANOV Ilhom³ – AKBAROV Mukhitdin³ – MAMATKULOV Zokhid³ – KUZIEV
Ulugbek³ – KHASANOV Khojiakbar³ – TESHAEV Nozimjon³ – OBID Khakberdiev³ – ZULFIYA
Khafizova³ – MONDICI Susana⁴ – ȘUGAR Ioan Radu⁵ – SZABÓ Béla¹ – CSABAI Judit¹

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási
Intézeti Tanszék 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.

e-mail: krajnyak.edit@nye.hu

² Debreceni Egyetem AKIT, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos 4-6.

e-mail: gyorgyine@agr.unideb.hu

³ Department of Geodesy and Geoinformatics, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers
(TIAME) - National Research University, Tashkent, Uzbekistan

⁴ Agricultural Research and Development Station (ARDS) Livada, 7 Baia Mare Street, Livada, Romania. Tel/Fax: +40
261 840 018, E-mail: scdalivada@yahoo.com

⁵ Department of Engineering and Technology Management, Faculty of Engineering, Northern University Centre of Baia
Mare, Technical University of Cluj-Napoca, 62A Victor Babes Street, 430083 Baia Mare, Romania;
ioan.sugar@imtech.utcluj.ro

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.17>

Bevezetés

Az utóbbi időben a fenntartható talajhasználatban a kalászos gabonafélék közül kiemelt szerepet kap a tritikálé, melynek előnye abban rejlik, hogy gyengébb minőségű talajokon, szélsőséges időjárási viszonyok mellett is magas terméshozamot produkál. A búza és rozs keresztezésével alkották meg, s e két gabona köztes típusú hibridjeként is tartják számon (Bocz, 1992).

Kísérletünket a Nyíregyházi Egyetem Tangazdaságában állítottuk be 10 hektáron a 2024/2025. termesztési évben. A terület felét (5 ha) baromfitrágyával kezeltünk, mely Európa egyik legnagyobb baromfiteményező vállalatának, a Baromfi Coop Kft.-nek a mellékterméke (Internet 1). A kísérlet anyaga a GK Maros tritikálé volt.

A tritikálé betakarítása 2025. június 30-án történt. A baromfitrágyával (BT) kezelt és a kontroll parcellában - véletlenszerűen kijelölt - 1 m²-es területen 5 ismétlésben növénymintákat gyűjtöttünk be. A növénymintákat, szárítás után a Nyíregyházi Egyetem Növénytermesztési Laboratóriumában dolgoztuk fel. Munkánk célja az volt, hogy a fermentált baromfitrágya GK Maros tritikálé növényre gyakorolt hatását megvizsgáljuk és meghatározzuk a tritikálé föld feletti biomassza hozamát és terméseleseit.

Irodalmi áttekintés

Az emberiség jövőjét jelentősen befolyásolja a klímaváltozás, aminek az egyik legérzékenyebben érintett területe a mezőgazdaság (Makszim és Soós, 2025). Az éghajlatváltozás folyamatának visszafordítására nincs mód, de annak mérséklésére vannak lehetőségek (Fodor, 2015; Soós és Makszim, 2024). Hazánkban a klímaváltozás legnagyobb problémáit a vízellátottság jelentős csökkenése és a hőmérséklet emelkedése okozza, mely gyakori aszályok kialakulásához vezet. A termesztéstechnológiai rendszerekben fontos egy olyan optimális talaj-növény kapcsolat kialakítása, amely a fenntarthatóság biztosítása érdekében minimalizálja a szélsőségeknek a termesztett növényekre gyakorolt kedvezőtlen hatását (Nagy és Nagy, 2018).

A szemek mérete és alakja jellegzetes, a rozshoz képest testesebb, a búzához képest pedig nyúlánkabb. Szemszíne a két szülőnövény keveréke, leginkább a búzáéhoz hasonló. A tritikálé töppedt, zsugorodott szemű növény, melynek ezerszemtömege 40-44 g, ám az újabb, telt fajták elérheti akár az 50-55 g-ot is. A töppedt szemek jellemző tulajdonsága, hogy sok a héjrész, s kevés a lisztes réteg. A teltebb szemek esetében pedig elmondható, hogy a szemek acélosságban megközelítik a búzát (Antal, 2005; Radics, 1994). A tritikálé egyik nagy előnye, hogy költségtakarékos gabona, mivel a gyengébb talajokon (pl.: homoki gazdálkodásban) is jól terem,

ezért termesztése gazdaságos (Vágvölgyi et al., 2018). A különféle növényfajok termesztetőségét elsősorban ökológiai, azaz éghajlati- és talajigényei határozzák meg. A tritikálé esetében a folyamatos nemesítés által előállított új fajták kedvező biológiai adottságokkal rendelkeznek, melynek köszönhetően szélsőségesebb viszonyok között is termesztetők (Sipos-Radics, 2022). Egyik előnye a többi kalászzal szemben, hogy a gyengébb termőképességű, ún. „átmeneti” talajokon, sőt még a Nyírség savanyú homoktalajain is jól terem (Kosztyné et al., 2023). Ezeken a talajokon a búzával, a kukoricával, az árpával és a rozssal is versenyképes. Beltartalmi értékét nagyban emeli a mag fehérjetartalma. Rostok és ásványi anyagok tekintetében a búzánál jobb értékeket mutat, míg fehérje tekintetében a rozs értékeit haladja meg (Langó et al., 2014).

Vetésideje a rozst követi, szeptember 20-a és október 20-a közötti időszakra tehető. „Gyenge termőhelyi adottságok között vetésére szeptember 20-30. között, kötött talajokon és szikeseken időjárástól függően október 10-ig legyen elvetve” (Antal, 2005). A tritikálé általában július második felében, a búza és a rozs után érik. Aratását teljes érésben kell megkezdeni, valamint ügyelni kell a szemek nedvességtartalmára is, amelynek kb. 14-15 %-nak kell lennie. Termése a búza terméséhez képest elmarad évjáráttól és talajtól függően, gyenge talajon pedig csak ritkán haladja meg a rozs hozamát (Antal, 2000).

Termése az egyes szántóföldi termőhelyeken az alábbiak szerint alakul:

középkötött mezőszégi talajok	3,0 – 7,0 t/ha
középkötött erdőtalajok	2,6 – 6,0 t/ha
kötött réti talajok	2,5 – 5,0 t/ha
laza és homoktalajok	1,6 – 3,8 t/ha
szikesek	2,0 – 3,5 t/ha” (Antal, 2000).

Anyag és módszer

A Nyíregyházi Egyetem Tangazdaságában ökológiai gazdálkodásra átváltított 138 hektáron alternatív növényeket (szöszös bükköny, facélia, mustár) és kalászos gabonaféléket (tritikálé, tavaszi rozs) termesztünk. Kísérletünk 10 hektáron a 2024/2025. évben lett beállítva. 2024-ben szeptember végén készítettük elő a talajt a vetésre. 2024. október 2.-án a kísérleti terület felére (5 hektár) 1 tonna/ha dózisban fermentált baromfitrágya került kijuttatásra, majd azonnal bedolgozásra a talajba. A Bio-Fer Natur™ terméket a Baromfi Coop Kft. gyártja és forgalmazza. A fermentált természetes baromfitrágya NPK-tartalma 4-3-3 m/m%, ami azt jelenti, hogy körülbelül 40 kg/ha nitrogént, 30 kg/ha foszfort és 30 kg/ha káliumot juttattak a talajba (1 tonna/ha trágya felhasználás esetén). A Baromfi Coop Kft. Európa egyik legnagyobb baromfi termékeket előállító cége, telepei jelentős részben Kelet-Magyarországon, Nyíregyháza közelében találhatóak. A vállalat 400 000 m²-es csirke- és brojlerteleppel rendelkezik, ahol az almotrágya egész évben rendelkezésre áll alapanyagként. A kísérleti terület betakarítása 2025. június 30-án történt. A baromfitrágyával kezelt és a kontroll parcellában véletlenszerűen kijelölt 1 m²-es területen 5 ismétlésben növénymintákat gyűjtöttünk be. A tritikálé növényeket 10-cm-es tarlómagasságban vágtuk le, majd kötöttük össze (1. ábra).



1. ábra. Az 1-m²-es parcella növénymintáinak (kezelt, kontroll) begyűjtése

A begyűjtött növénymintákat (5 kezelt, 5 kontroll), szárítás után a Nyíregyházi Egyetem Növénytermesztési Laboratóriumában dolgoztuk fel. A 2. ábrán a feldolgozás munkafolyamatait láthatjuk. A tritikálé száráról leválasztottuk a kalászt, majd lemértük a föld feletti biomassza tömeget.



2. ábra. A növényminták feldolgozása, föld feletti biomassza mérés

A terméselemek mérése során megszámoltuk a kalászszaámot. A tritikálé kalászkok cséplésére kézi cséplőgépet használtunk. Cséplést követően magtömeget és ezermagtömeget mértünk.



3. ábra. Termés elemek mérése a kezelt és kontroll növénymintákban

A nyírségi savanyú homoktalajok keletkezésükből eredendően humuszban, kolloidokban és tápanyagokban általában szegények. A humusztartalmuk leggyakrabban 0,5 – 2,0 % között alakul. A 2,0 % fölötti értékek már nagyoknak számítanak. Az alacsony pH érték (4,0 – 5,4) pedig további gátat állít a tápanyagok raktározódásának és felvételének a növények számára. A hőmérsékleti adatok éves átlagértékei (1. táblázat) a vizsgált évben, meghaladták (11,5 °C) a sokéves átlagot (9,7 °C), augusztustól-júliusig tartó időszakban a mért hőmérsékleti adatok – szinte minden esetben - túlmutattak a sokéves átlagon.

1. táblázat: A vizsgált év és a sokéves átlag (1870-2002) hőmérséklet adatok Nyíregyházán

Hónapok	2024-2025	Sokéves átlag (1870-2002)
Augusztus	23,9	19,8
Szeptember	18,3	15,5
Október	10,6	9,9
November	3,0	4,2
December	2,2	-0,4
Január	2,6	-2,4
Február	0,0	-0,1
Március	7,8	4,6
Április	12,8	10,7
Május	14,1	15,9
Június	22,1	19,0
Július	21,1	20,6
Átlag	11,5	9,7

Forrás: Nyíregyházi Egyetem Ferentanya - Meteorológiai állomás, Sokéves átlag (1870-2002) Internet 2

A vizsgált év tenyészidőszakában mért csapadék adatokat összehasonlítva megállapíthatjuk (2. táblázat), hogy a lehullott csapadék mennyisége éves szinten jelentősen meghaladta (694,9 mm) a sokéves átlagot (564,5 mm), ugyanis több, mint 130 mm-rel több csapadék hullott 2024/2025-ben. A csapadék havi eloszlásánál jelentős eltéréseket tapasztaltunk. Ősszel, szeptemberben és októberben is jelentős mennyiségű csapadékot mértünk, mely a tritikálé kezdeti fejlődésére és növekedésére kedvezően hatott. Tavasszal márciusban (95,2 mm) és májusban (66,9 mm) is nagy mennyiségű csapadékot mértünk, mely a tavaszi hajtásnövekedést, bokrosodást nagymértékben elősegítette.

2. táblázat: A vizsgált év és a sokéves átlag (1870-2002) csapadék adatai Nyíregyházán

Hónapok	2024-2025	Sokéves átlag (1870-2002)
Augusztus	16,0	65,0
Szeptember	149,0	43,0
Október	102,6	44,0
November	50,2	46,5
December	18,2	40,5
Január	38,2	29,5
Február	26,0	30,0
Március	95,2	30,0
Április	13,9	39,5
Május	66,9	54,0
Június	17,7	76,0
Július	101,0	66,5
Átlag	694,9	564,5

Forrás: Nyíregyházi Egyetem Ferentanya - Meteorológiai állomás, Sokéves átlag (1870-2002) Internet 2

A kísérleti adatok kiértékelése

A kontroll és a baromfitrágyával kezelt minták mérési eredményeinek összehasonlítására független mintás t-próbát alkalmaztunk, amelynek alkalmazási feltételeit (normális eloszlás, arányskála) minden esetben ellenőriztük (Makszim, 2019).

Eredmények és értékelésük

A szántóföldi kisparcellás kísérletünk 1 m²-en betakarított növénymintáinak, 5 ismétlésben mért föld feletti biomassza tömegét ismertetjük a 3. táblázatban. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a kontroll parcella növénymintáinak az 5 ismétlés átlagában mért föld feletti biomassza tömege nem érte el a 800 grammot. Ezzel szemben a baromfitrágyával kezelt növényminták átlaga közel 1 300 gramm föld feletti biomassza tömeget produkált. Független mintás t-próba alkalmazásával 5%-os szignifikancia szint mellett megállapítottuk, hogy a két minta átlagai közötti különbség szignifikáns ($p=0,02$).

3. táblázat: A föld feletti biomassza tömeg (g) vizsgálata a kontroll és a kezelt parcellákban, 1 m²-en, 5 ismétlésben

Megnevezés	Föld feletti biomassza tömeg (g)					
Ismétlések száma	1.	2.	3.	4.	5.	Átlag (g)
Kontroll parcella	820,4	767,8	705,2	721,3	955,0	793,9
BT kezelt parcella	1 508,2	815,1	1 394,4	1 527,5	1 122,9	1 273,6

A terméselemek eredményeit értékelve (4. táblázat) megállapítható, hogy az 1 m²-es parcellák terméselemeire is nagy hatással volt a baromfitrágyás kezelés. A kontroll parcellában betakarított kalászszaám az 5 ismétlés átlagában 283,6 db, míg a baromfitrágyával kezeltben majdnem a kétszerese 555,8 db volt. A kalászcseplés során betakarított szenttömeg mérés – a baromfitrágyával kezelt parcellában – 5 ismétlés átlageredményei alapján felülmúlták (546,0 g) a kontroll parcella átlageredményeit (314,7 g). Bár az ezermagtömegnél nagy különbséget nem tapasztaltunk, mégis a baromfitrágyával kezelt tritikálé magoknál a trágyakezelés nagyobb ezermagtömeget eredményezett (44,86 g). Az eredmények minden vizsgált paraméternél egyértelműen azt igazolják, hogy a baromfitrágya növelte a kalászszaámot, szenttömeget és az ezermagtömeget. A kétmintás t-próbák eredményei a kalászszaám és a szenttömeg esetén szignifikáns különbségeket eredményeztek (kalászszaám: $p=0,03$; szenttömeg: $p=0,02$), amely statisztikailag is igazolja, hogy az átlagok közötti eltérés a kezelés hatására következett be.

4. táblázat: Terméselemek vizsgálata a kontroll és a kezelt parcellákban, 1 m²-en, 5 ismétlésben

Megnevezés	Kontroll parcella					
Ismétlések száma	1.	2.	3.	4.	5.	Átlag
Kalászszaám (db)	282	286	223	285	342	283,6
Szenttömeg (g)	259,3	355,8	282,5	288,5	387,4	314,7
Ezermagtömeg (g)	44,6	44,5	43,4	44,0	47,2	44,74
	BT kezelt parcella					
Kalászszaám (db)	554	447	387	530	861	555,8
Szenttömeg (g)	627,9	338,8	647,1	657,7	458,5	546,0
Ezermagtömeg (g)	40,1	39,4	53,9	47,2	43,7	44,86

A terméseredmények vizsgálata után termésbecslést végeztünk arányosítással. Az alábbi táblázatban (5. táblázat) az 1m²-es kiscellás kísérlet eredményeit 1 hektárra átszámítva ismertetjük.

5. táblázat: Becsült terméseredmények a kontroll és kezelt parcellában

Megnevezés	Szemtömeg 1m ² -en/ 5 ismétlés átlagában	Becsült termés
Kontroll parcella	314,7 g	3,147 tonna/ha
BT kezelt parcella	546,0 g	5,46 tonna/ha

Következtetések

A Nyíregyházi Egyetem Tangazdasága 2015 óta foglalkozik biogazdálkodással. A termesztendő növényfajok kiválasztása kulcsfontosságú, nagy jelentőségű. A 2017 – 2020 között végzett tanulmányok azt mutatják, hogy ezen a kedvezőtlen talajadottságú és állandó aszályveszélyes területen a tritikálé biotermesztésben hektáronként 1,1 és 2,8 tonna közötti termést hozhat (Kosztuné, 2023). A baromfitrágya terméshozamokra gyakorolt hatása jól ismert. Korábbi megfigyelések azonban ingadozást mutattak a hatékonyságában. A baromfitrágya időjárásról és talajparaméterektől függő ingadozó hatását korábbi kísérletek is sugallták (Iryiné et al., 2019, Csabai et al., 2020).

A 2024/2025-ös kísérleti év csapadékosnak mondható, hiszen a sokéves átlaghoz képest több mint 130 mm-rel több csapadék hullott. Az őszi hónapokban lehullott csapadék kedvezően hatott a tritikálé kezdeti növekedésére, fejlődésére. Tavasszal, a márciusban érkezett nagy mennyiségű eső kedvezett a hajtásnövekedésnek, bokrosodásnak. A baromfitrágya hatása érezhető volt a föld feletti biomassza és a termésképzés vonatkozásában is. Feltételezésünk szerint, mivel a vizsgált év – az átlagosnál csapadékosabb volt – a baromfitrágya feltáródott, jól kifejtette hatását, hiszen a föld feletti biomasszatömeg és terméselemek jelentősen meghaladták a kontroll parcellában mért értékeket. Azonban további vizsgálatokra, nagyobb ismétlésszámra van szükség az időjárási viszonyok, a talajminőségi paraméterek és a hosszú távú alkalmazás baromfitrágya hatásának felméréséhez.

Összefoglalás

Az utóbbi időben a fenntartható talajhasználatban a kalászos gabonafélék közül kiemelt szerepet kap a tritikálé, melynek előnye abban rejlik, hogy gyengébb minőségű talajokon, szélsőséges időjárási viszonyok mellett is magas terméshozamot produkál. A búza és rozs keresztezésével alkották meg, s e két gabona köztes típusú hibridjeként is tartják számon (Bocz, 1992).

Kísérletünket a Nyíregyházi Egyetem Tangazdaságában állítottuk be 10 hektáron a 2024/2025. termesztési évben. A terület felét (5 ha) baromfitrágyával kezeltünk, mely Európa egyik legnagyobb baromfitenyésztő vállalatának, a Baromfi Coop Kft.-nek a mellékterméke. A kísérlet anyaga a GK Maros tritikálé volt. A baromfitrágyával (BT) kezelt és a kontroll parcellában – véletlenszerűen kijelölt – 1 m²-es területen 5 ismétlésben növénymintákat gyűjtöttünk be. A növénymintákat, szárítás után a Nyíregyházi Egyetem Növénytermesztési Laboratóriumában dolgoztuk fel.

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a kontroll parcella növénymintáinak az 5 ismétlés átlagában mért föld feletti biomassza tömege nem érte el a 800 grammot. Ezzel szemben a baromfitrágyával kezelt növényminták átlaga közel 1300 gramm föld feletti biomassza tömeget produkált. Független mintás t-próba alkalmazásával 5%-os szignifikancia szint mellett megállapítottuk, hogy a két minta átlagai közötti különbség szignifikáns (p=0,02).

A terméselemekre is nagy hatással volt a baromfitrágyás kezelés. A kontroll parcellában betakarított kalászsűrűség az 5 ismétlés átlagában 283,6 db, míg a baromfitrágyával kezeltben majdnem a kétszerese 555,8 db volt. A kalászcseplés során betakarított szemtömeg mérés – a

baromfitrággyával kezelt parcellában – 5 ismétlés átlageredményei alapján felülmúlták (546,0 g) a kontroll parcella átlageredményeit (314,7 g). A kétmintás t-próbák eredményei a kalászszaám és a szemtömeg esetén szignifikáns különbségeket eredményeztek (kalászszaám: $p=0,03$; szemtömeg: $p=0,02$), amely statisztikailag is igazolja, hogy az átlagok közötti eltérés a kezelés hatására következett be. Bár az ezermagtömegnél nagy különbséget nem tapasztaltunk, mégis a baromfitrággyával kezelt tritikálé magoknál a trágyakezelés nagyobb ezermagtömeget eredményezett (44,86 g).

Kulcsszavak: tritikálé, baromfitrággya, föld feletti biomassza, terméselemek

Köszönetnyilvánítás

A publikáció az NKFIH (Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal, Magyarország) és az Innovációs Fejlesztési Ügynökség (Üzbeigisztán) által finanszírozott 2022-1.2.2-TÉT-IPARI-UZ-2022-00023, AL-6222052520 számú „A bio- és a konvencionális gazdálkodás támogatása geoinformatikai módszerekkel” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Antal J.: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Antal J.: 2005. Növénytermesztés I., A növénytermesztés alapjai, Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 238-243.
- Bocz E.: 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 292-296.
- J. Csabai, K. Irinyiné Oláh, V. Gonda, É. Márta-Kergyik, Z. Cziáky, M. Tarek, H. Aka Sağliker, A. Klimiene. A. Petrus, O. Mészáros: 2020. Relation-analysis. between the yield. capsaicin content. using different nutrient supplementation methods at cultivation various chili peppers. Nutrimet-farming researches at the University of Nyíregyháza. EFOP-3.6.2.-16-2017-00001, „Complex rural economic development and sustainability research. development of the service network in the Carpathian basin, Conference Book. Nyíregyháza. Hungary. March 12. 2020. 7-15
- Fodor L.: 2015. Környezetjog. Debrecen.181-307.
- K. Irinyiné Oláh, D. Lipcsei, B. Ragány, H. Aka Sağliker, Z. Cziáky, Sz. Vigh, M. Tarek, J. Csabai: 2019. Szerves trágyaszerek és talajjavító anyagokhatása a chili paprika növekedés-dinamikájára. „Komplex vidékgazdasági és fenntarthatósági fejlesztések kutatása. szolgáltatási hálózatának kidolgozása a Kárpát-medencében” EFOP-3.6.2.-16-2017-00001 azonosító számú projekt Tápanyagutánpótlás a fenntartható homoki gazdálkodásban szakmai konferencia. 2019. március 27. pp 1-6.
- Kosztyné Krajnyák E. – Szabó B. – Csabai J. – Tóth Cs. – Irinyiné Oláh K. – Vágvölgyi S. – Pépó P.: 2023. A szőszösbükköny (*Vicia Villosa* Roth.) és a tritikálé (*X Triticosecale* Wittmack) jelentősége a fenntartható biológiai talajvédelemben a Nyírségben. Debreceni Akta, Debrecen.
- E. Kosztyuné Krajnyák: 2023. Szőszös bükköny (*Vicia villosa* Roth.) jelentősége a fenntartható homoki gazdálkodásban (The importance of the hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) in sustainable sand management) Thesis. University of Debrecen
- Langó B. – Tömösközi S. – Ács P. – Bóna L.: 2014. Triticale: results of nutritional features analysis. In: Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. XX. Növénynevelési Tudományos Nap. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága, Budapest. 279-283.
- Makszim Gy. N. T.: 2019. Statisztika II. Nyíregyháza, Magyarország : Nyíregyházi Egyetem, 131 p.
- Makszim Gy. N. T. – Soós A.: 2025. Land Sharing and Land Sparing in Agriculture – Can We Change Our Attitudes? Eurochoices 24 : 1 pp. 43-49. , 7 p.
- Nagy, J. – Nagy, O.: 2018. Fenntartható agrárgazdálkodás a klímaváltozás tükrében. Magyar Tudomány. 179.9: 1327-1335.
- Radics L.: 1994. Szántóföldi növénytermesztés, Budapest.
- Sipos, T. – Halász E.: 2008. A Triticálé termésdepressziója alacsony vízkapacitású talajon. In. Iszállyné Dr. Tóth J: A klímaváltozás és a növénynevelés. 105-107. ISBN 978-963-9732-80-3
- Sipos T. – Radics L. 2022. A tritikálé termesztése. Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Soós A. – Makszim Gy. N. T.: 2024. Károsodott környezeti elemek, kihívás előtt álló mezőgazdaság - mielőbbi megoldás a paradigmaváltás. Mezőgazdasági Technika 65 : 1 pp. 2-7. , 6 p.
- Vágvölgyi S. – Szabó B. – Kosztyuné K. E.: 2018. A pillangósvirágú takarmánynövények jelentősége a savanyú homoktalajok fenntartható hasznosításában. In: Nagy J.: Hangsúlyok a térfejlesztésben. 399-409.

Internet 1: <http://bio-fer.hu/bio-fer-natur/>

Internet 2:

https://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Nyiregyhaza/pages/004_ny_eghajlata.htm?fbclid=IwAR03kIPUduMFa3gSEJ_BQVS2zaiPbTw81Za02OdrIjrmP_7Br2MXI-BYt0

INVESTIGATION OF ABOVEGROUND BIOMASS YIELD AND CROP ELEMENTS OF TRITICALE (X *TRITICOSECALE* WITTMACK) TREATED WITH POULTRY MANURE

Edit Kosztyuné Krajnyák¹ – Gyuláné Györgyi² – Shukhrat Shokirov³ – Ilhom Abdurahmanov³ – Mukhitdin Akbarov³ – Zokhid Mamatkulov³ – Ulugbek Kuziev³ – Khojiakbar khasanov³ – Nozimjon Teshayev³ – Khakberdiev Obid³ – Khafizova Zulfiya³ – Susana Mondici⁴ – Ioan Radu Șugar⁵ – Béla Szabó¹ – Judit Csabai¹

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti Tanszék 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
e-mail: krajnyak.edit@nye.hu,

² Debreceni Egyetem AKIT, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos 4-6.
e-mail: gyorgyine@agr.unideb.hu

³Department of Geodesy and Geoinformatics, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (TIAME) - National Research University, Tashkent, Uzbekistan

⁴Agricultural Research and Development Station (ARDS) Livada, 7 Baia Mare Street, Livada, Romania. Tel/Fax: +40 261 840 018, E-mail: scdalivada@yahoo.com

⁵Department of Engineering and Technology Management, Faculty of Engineering, Northern University Centre of Baia Mare, Technical University of Cluj-Napoca, 62A Victor Babes Street, 430083 Baia Mare, Romania;
ioan.sugar@imtech.utcluj.ro

Summary

Recently, triticale has been given a prominent role among cereal grains in sustainable land use, the advantage of which lies in the fact that it produces high yields even on poorer quality soils and under extreme weather conditions. It was created by crossing wheat and rye, and is considered an intermediate type hybrid of these two grains (Bocz, 1992).

Our experiment was set up on 10 hectares at the Nyíregyháza University Farm in the 2024/2025 growing year. Half of the area (5 ha) was treated with poultry manure, which is a by-product of one of Europe's largest poultry farming companies, Baromfi Coop Kft. The material for the experiment was GK Maros triticale. In the poultry manure (BT) treated and controlled plot, plant samples were collected in 5 replicates in a 1 m² area. After drying, the plant samples were processed in the Plant Production Laboratory of the University of Nyíregyháza.

Based on the results obtained, it can be stated that the above-ground biomass mass of the plant samples of the control plot, measured in the average of the 5 repetitions, did not reach 800 grams. In contrast, the average of the plant samples treated with poultry manure produced nearly 1300 grams of above-ground biomass mass. Using an independent sample t-test, we determined that the difference between the means of the two samples was significant ($p=0.02$) at a significance level of 5%. The poultry manure treatment also had a significant effect on the yield components. The number of ears harvested in the control plot was 283.6 pcs in the average of 5 repetitions, while in the poultry manure-treated plot it was almost twice as much, 555.8 pcs. The grain weight measurement during ear threshing – in the poultry manure-treated plot – exceeded the average results of the control plot (314.7 g) based on the average results of 5 repetitions. The results of the two-sample t-tests resulted in significant differences in the number of ears and grain weight (number of ears: $p=0.03$; grain weight: $p=0.02$), which also statistically confirms that the difference between the means occurred due to the treatment. Although we did not observe a large difference in the thousand-seed weight, the manure treatment resulted in a higher thousand-seed weight (44.86 g) in the triticale seeds treated with poultry manure.

Keywords triticale, poultry manure, above-ground biomass, crop element

ELTÉRŐ VETÉSI IDŐBEN TERMESZTETT SZÖSZÖS BÜKKÖNY (*VICIA VILLOSA* ROTH) TERMÉSELEMEINEK VIZSGÁLATA

KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit¹ – SZABÓ Béla¹ – IRINYINÉ OLÁH Katalin¹ – TÓTH Benedek¹
– GYÖRGYI Gyuláné² – CSABAI Judit¹ – KOLESNYK Angéla³

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási
Intézeti Tanszék 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.

e-mail: krajnyak.edit@nye.hu

² Debreceni Egyetem AKIT, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos 4-6.

e-mail: gyorgyine@agr.unideb.hu

³ Ungvári Egyetem, Universytets'ka St, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Oblast, Ukrajna

e-mail: alexkolesnyk@online.ua

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.18>

Bevezetés

A szöszös bükköny (*Vicia villosa* Roth.) kiváló agronómiai értékének ellenére csak kis termőfelületet kapott eddig, még az ökológiai gazdálkodók szántóföldjein is, pedig Európa legjobb fajtáját ma is a Kisvárdán előállított Hungvillosa jelenti, melynek vetőmagexportja ma is korlátlan piaci lehetőségekkel bír. A szerény termőterület nagyságát a gazdálkodók szemléletének változásával, a növény jobb megismerésével és a termesztéstechnológia finomításával növelhetjük (Soós és Makszim, 2024). Ahhoz hogy ez a növény biológiai értékének megfelelő helyet kapjon a Nyírségi homoktalajok fenntartható használatában elengedhetetlenül szükséges a vetőmag termesztésének jó megismerése, termesztéstechnológiájának eddigénél gondosabb kimunkálása. Munkánk célja az volt, hogy szabadföldi tenyészedényes kísérletben, 3 termesztési évben, 3 vetési időpontban a betakarítás fenofázisában megvizsgáljuk a szöszös bükköny hüvelyszámát, magszámát, magtömegét és ezermagtömegét.

Irodalmi áttekintés

Magyarországon az alternatív növények körébe tartozó bükkönyféléket (szöszös bükköny, tavaszi bükköny, pannon bükköny) statisztikailag összevontan tartják nyilván, hiszen kis területen termesztett (0-65 ha) növénykultúrákról beszélünk (Internet 1). A vetőmagtermő területe az 1960-as és 70-es években körülbelül 6000 hektárt foglalt el, amely pár év után 1500 hektárra lecsökkent. Mindezekről eltekintve a vetőmagja iránti nagy volt a kereslet a külföldi piacokon (Szabó, 1981). Magyarországon a mezőgazdasági termelésében, így a növénytermesztésben is az Európai Unióhoz való csatlakozás után gyökeres változás következett be. Újra felfedezésre kerültek a kis jelentőségű alternatív növények is (Pusztai és Radics, 2011). Hűvösebb termőhelyi övezetekben augusztus közepétől szeptember elejéig, alföldi tájakon szeptember közepéig vetjük a szöszös bükköny keverékeket. Gabonavetőgéppel vessük, 3-5 cm mélységben. A vetés gabonasortávolságra történjen, ami ez esetben 12 cm-t jelent. Gyakorlati tapasztalatok és kísérleti eredmények is alátámasztják, hogy előnyösebb a támasztónövényes termesztés, ezek a támasztónövények főként gabonafélék, leginkább tritikálé, rozs és búza. Támasztónövényekkel együtt 35-40 kg/ha bükköny (0,8-1,0 millió csíra) vetőmagra van szükségünk, a támasztónövényeknek esetében búza és tritikálé 80-100 kg/ha, rozs 60-70 kg/ha (Gondola-Szabóné, 2010; Antal, 2005; Radics, 2002). A hüvelytermése július közepén-végén érik, 2-4 cm hosszúságú és benne 4-8 darab, 3-4 mm átmérőjű, fekete vagy barnásfekete, gömbölyded alakú, lapított, fénytelen mag található. Az ellipszis alakú köldökkel rendelkező magok ezerszemtömege 30-35 g közötti lehet. A vadon előforduló típusoknál általában 15-20 g között változik ez az érték. A szöszös bükköny hüvelyszíne zöld, a sima változaté pedig világos vagy sötétbarna (Tison, 2014; Webb, 1988). A bükköny általában elhúzódva érik, ezt a vetőmagtermesztéskor figyelembe kell vennünk. Figyelnünk kell az alsó hüvelyek beérésének időpontját, mely jellemzően július eleje-közepe, ez jelzi a gépi betakarítás időpontját. A betakarítást követően célszerű elvégezni az előtisztítást, szárítást majd ezután rövid időn belül a

zsizsiktelenítést. Betakarítás után a bükköny és a támasztónövény magja könnyen szétválasztható. Maghozama 500-800 kg/ha (Gondola és Szabóné, 2010; Radics, 2002; Antal, 2000; Antal, 2005; Izsáki és Lázár, 2004). A vetőmag termesztés esetén a bükköny utóvirágzása miatt az állományt lombtalanítani szükséges a hüvelyek 70-80%-os érettségi állapotában. Néhány nappal később alacsony fordulatszámra állított dobkorsárral 4-5 km/h sebességgel csépelhető. Fontos, hogy a magok ne sérüljenek, mert az később csírázásbeli problémákhoz vezethet. A kombájntiszta magtermést tisztítani, majd zsizsikteleníteni szükséges (Antal, 2005). Myers (2015) szerint a magok több éven keresztül képesek a csírázásra. Annyira ellenálló a magja, hogy egyes vélemények alapján akár 5-10 éven keresztül is képes lehet a csírázásra (Radics, 2002).

Anyag és módszer

A kísérlet beállítása a 2021-2022, 2022-2023., valamint a 2023-2024. években történt. A kísérlet alapját képező szőszös bükköny áttelelő, így a vizsgált évek egy-egy tenyészidőszakot ölelnek fel. A szabadföldi tenyészedenyes tiszta (támasztónövény nélküli) szőszös bükköny vetésénél 20 db magot helyeztünk a tenyészedenyekbe. A tenyészedenyes kísérlet kialakítása 6 ismétlésben történt. Munkánk során 3 vetési időt alkalmaztunk, amelyek 20 napos eltéréssel követték egymást. Mindhárom évben szeptember 20-án, október 10-én, és október 30-án végeztük el a magvetést. A szőszös bükköny fajtája a Kisvárdán nemesített Hungvillosa volt. A tenyészedenyek űrtartalma 20 liter, alja perforált. A kísérleti parcellán növényvédelmet, illetve műtrágyázást nem alkalmaztunk, öntözés sem történt. A tenyészedenyek környezetét is bevetettük annak érdekében, hogy a szegélyhatást elkerüljük. A terméselemek felvételezése mindhárom vizsgált évben betakarításkor (2022.06.24., 2023.07.12., 2024.06.18.) történt. A szabadföldi tenyészedenyes kísérlet növényeinél hüvelyszámot, magszámot, magtömeget és ezermagtömeget mértünk. A vizsgált növények száma 10 db volt.

A kísérleti területen betakarításkor a tenyészedenyeket kézi erővel kiemeltük a földből, majd óvatosan kiszedtük belőle a növényeket. Ezt követően a szőszös bükkönnyt a Nyíregyházi Egyetem Növénytermesztési Laboratóriumában dolgoztuk fel. Terméselemeket mértünk, meghatároztuk a hüvelyszámot, magszámot, magtömeget és az ezermagtömeget.

A nyírségi savanyú homoktalajok keletkezésükből eredendően humuszban, kolloidokban és tápanyagokban általában szegények. A humusztartalmuk leggyakrabban 0,5-2 % között alakul. A 2 % fölötti értékek már nagynak számítanak. A homoktalajok nagy szemcsemérete (0,02 – 2,0 mm) miatt vízmegkötő képessége, vízkapacitása igen alacsony, hiszen hiányzik a talajok kötöttségéhez (K_A 25-38) szükséges magasabb agyagiszap tartalom. Mivel a humuszképződés feltételei kedvezőtlenek, ez magával vonzza a talajok alacsony termőképességét, továbbá az említett talajszerkezet miatt a fontos mikroorganizmusok szaporodásához szükséges környezet sem áll rendelkezésre. Az alacsony pH érték (4,0 – 5,4) pedig további gátat állít a tápanyagok raktározódásának és felvételének a növények számára.

A hőmérsékleti adatok éves átlagértékei (1. táblázat) a vizsgált években növekvő tendenciát mutattak (10,9 – 13,2 °C), meghaladták a sokéves átlagot (9,7 °C). Ezt azért fontos kiemelni, mert minden vizsgált évben augusztustól-decemberig (nyár vége, ősz, tél) tartó időszakban a mért hőmérsékleti adatok – szinte minden esetben - túlmutattak a sokéves átlagon. Az őszi hónapok hőmérséklet adatai meghaladták a sokéves átlagot, mely a szőszös bükköny kezdeti növekedésére, fejlődésére kedvezően hatott.

1. táblázat: A vizsgált évek és a sokéves átlag (1870-2002) hőmérséklet adatok Nyíregyházán

Hónapok	2021-2022	2022-2023	2023-2024	Sokéves átlag (1870-2002)
Augusztus	20,2	23,4	22,7	19,8
Szeptember	15,7	15,4	19,1	15,5
Október	9,1	11,8	13,4	9,9
November	4,6	6,0	5,6	4,2
December	1,1	2,3	2,5	-0,4
Január	-0,2	4,4	1,0	-2,4
Február	3,7	2,6	7,8	-0,1
Március	4,8	6,9	9,4	4,6
Április	9,2	9,5	13,7	10,7
Május	17,4	16,2	17,5	15,9
Június	22,2	19,4	21,2	19,0
Július	23,4	22,3	24,2	20,6
Átlag	10,9	11,7	13,2	9,7

Forrás: DE ATK Nyíregyházi Kutatóintézete, Sokéves átlag (1870-2002) Internet 2

Tavasszal ez a tendencia tovább folytatódott, ami a csapadékhiánnyal a 2021- 2022-es vetési év tavaszán a talajok kiszáradását eredményezte. Ez az állomány tavaszi bokrosodását nagymértékben hátráltatta, hiszen a hajtásnövekedés lelassult és kis mennyiségű zöldtömeg képződött. A szösös bükköny virágzására, hüvelykötődésére ez negatív hatást gyakorolt.

A vizsgált évek tenyészidőszakában mért csapadék adatokat összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a lehullott csapadék mennyisége éves szinten jelentős eltéréseket mutatott (2. táblázat). A legaszályosabb a 2021-2022-es termesztési év volt. A 2022-2023-as évben mértünk éves szinten a legtöbb csapadékot (850,9 mm). A harmadik vizsgált évben a csapadék mennyisége a sokéves átlag alatti volt (514,6 mm). A csapadék havi eloszlásánál szintén jelentős eltéréseket tapasztaltunk. Egyes őszi hónapokban kiemelkedően nagy mennyiségű csapadékot mértünk (76 mm, 149,6 mm).

2. táblázat: A vizsgált évek és a sokéves átlag (1870-2002) csapadék adatai Nyíregyházán

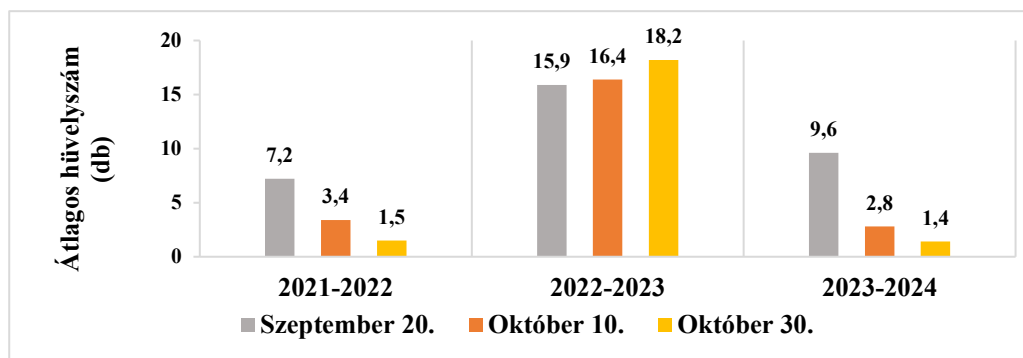
	2021-2022	2022-2023	2023-2024	Sokéves átlag (1870-2002)
Augusztus	59,3	20,3	5,0	65,0
Szeptember	21,5	149,6	6,4	43,0
Október	1,7	32,8	30,8	44,0
November	65,4	47,6	76,0	46,5
December	47,5	142,4	113,6	40,5
Január	10,0	96,2	45	29,5
Február	11,7	16,8	10,4	30,0
Március	21,9	71,8	13,4	30,0
Április	42,1	72,6	49,8	39,5
Május	3,9	47,8	42,0	54,0
Június	21,9	99,4	101,2	76,0
Július	35,4	53,6	21,0	66,5

Átlag	342,3	850,9	514,6	564,5
-------	-------	-------	-------	-------

Forrás: DE ATK Nyíregyházi Kutatóintézete, Sokéves átlag (1870-2002) Internet

Eredmények és értékelésük

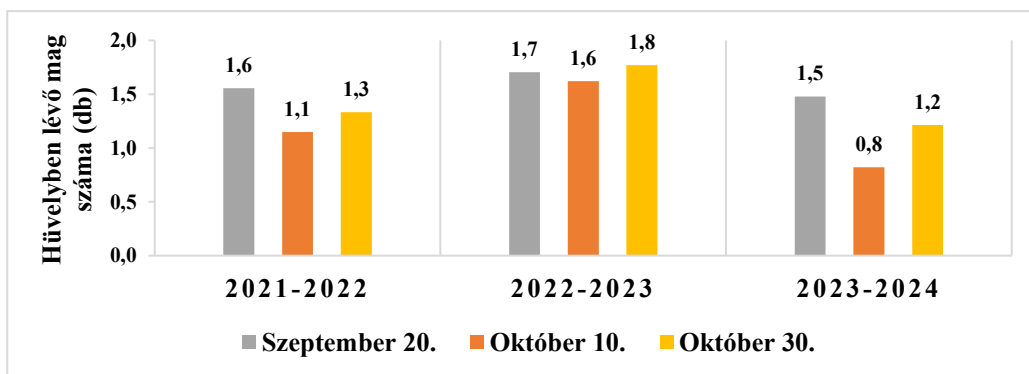
Az 1. ábrán a szőszös bükköny átlagos hüvelyszámának adatai kerülnek elemzésre. Az első (szeptember 20.) vetési időpontban mért átlagos hüvelyszámok növényenként 7,2 db és 15,9 db között alakultak. Az októberi vetési időpontokban elvetett növények esetében az első és harmadik vizsgált évben mért eredmények voltak a legalacsonyabbak, ami az aszályos időjárásnak volt köszönhető. A vizsgált évek közül a legkedvezőbb időjárás - a terméselemek fejlődéséhez - a 2022-2023-as termesztési év volt, ahol egyenletes volt a csapadékelátás, így ebben az évben az október végi vetési időpontban mértük a legtöbb hüvelyszámot (18,2 db/növény).



1. ábra. A szőszös bükköny betakarításkor mért átlagos hüvelyszáma, a vizsgált években

Forrás: Saját szerkesztés

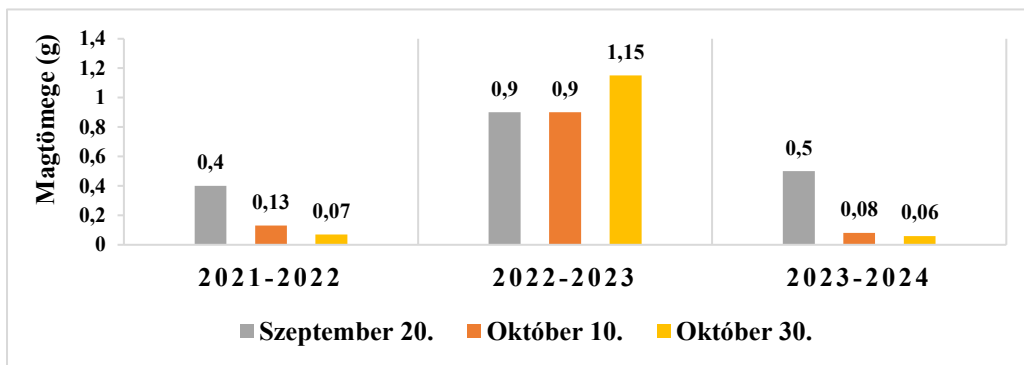
A 2. ábrán a szőszös bükköny hüvelyeiben fellelhető magszám adatok elemzését mutatjuk be. A vizsgált évek mérési eredményeit figyelembe véve elmondható, hogy a hüvelyben lévő magok száma egyik vetési időben sem érte el a 2 db-ot. Az első és a harmadik vizsgált évben az aszályos időjárás kedvezően hatott a korai vetések magszámára. A 2022-2023-as termesztési év kiegyenlített csapadék ellátottságának köszönhetően – a legmagasabb magszámot – a legkésőbbi vetési idő produkálta (1,8 db). Amennyiben a vegetáció során szélsőséges aszály sújtja a növényeket, akkor a termésképzés dinamikájában és a terméselemekben az optimálistól eltérő, szélsőséges, sokszor nehezen értelmezhető értékeket kapunk.



2. ábra. A szőszös bükköny betakarításkor mért magszáma, a vizsgált években

Forrás: Saját szerkesztés

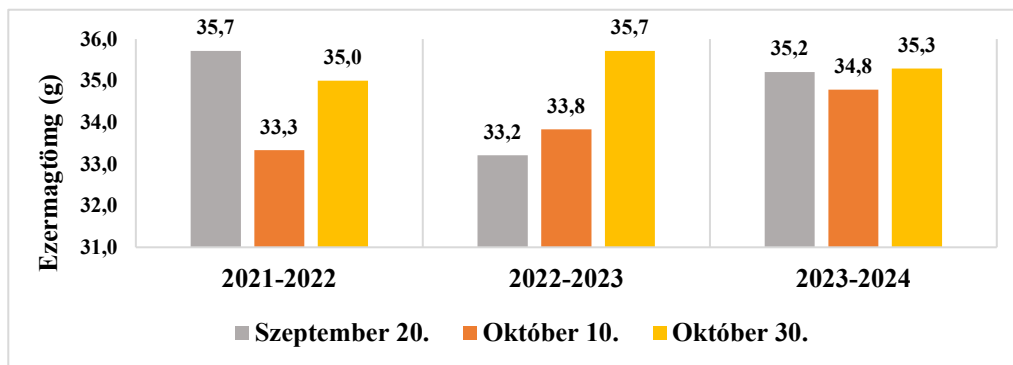
A következő ábrán (3. ábra) a szőszös bükköny átlagos magtömegének mérési adatait mutatjuk be. A mérési eredmények adatai szerint a magtömeg a vizsgált években – szinte minden esetben - 1 g alatti értékeket mutatott. Az első (2021-2022) és harmadik (2023-2024) vizsgált évben a magok tömege jóval 1 g alatti volt, míg a második (2022-2023) vizsgált évben mért adatok – az első két vetési időpontban megközelítették – míg a harmadik vetési időpontban meghaladták azt (1,15 g).



3. ábra. A szőszös bükköny betakarítás előtt mért magtömege, a vizsgált években

Forrás: Saját szerkesztés

A 4. ábrán a szőszös bükköny átlagos ezermagtömegének mérési adatait elemeztük. A vizsgált évek és vetésidők mérési eredményei között nagy eltéréseket nem tapasztaltunk, hiszen az ezermagtömeg 33,2-35,7 g között alakult. A mérési eredmények mégis azt igazolják, hogy az október végi vetési időpont kedvezően hat az ezermagtömeg alakulására.



4. ábra. A szőszös bükköny betakarításkor mért ezermagtömege, a vizsgált években

Forrás: Saját szerkesztés

Következtetések

A 2021-2022. és a 2023-2024-es vetési éveknél a generatív terméslemek képződésére a korai vetésidő kedvező hatással volt. Abban az esetben, ha a vegetáció során szélsőséges aszály sújtja a növényeket, akkor a termésképzés dinamikájában és a terméslemben az optimálistól eltérő, szélsőséges, sokszor nehezen értelmezhető értékeket kapunk. Egyenletes csapadékelátás esetén, mint ami a 2022-2023-as vetési évet is jellemezte, a magtermést meghatározó terméslemek (hüvelyszám, magszám, magtömeg, ezermagtömeg) a legkésőbbi vetésidőben voltak a

legnagyobbak. A gyakorlati tapasztalatok is azt igazolják, hogy a vetésidő kitolása kedvez a generatív terméslemek alakulásának.

Összefoglalás

A szőszös bükköny (*Vicia villosa* Roth.) nemcsak a fenntartható talajhasználat fontos növénye, hanem jelentős szerepet tölt be a savanyú homoktalajokon is, hiszen jó minőségű magtermést képes adni. Vetőmagja keresett exportcikk. Európa legjobb fajtáját ma is a Kisvárdán előállított Hungvillosa jelenti, melynek vetőmageportja ma is korlátlan piaci lehetőségekkel bír.

Kísérletünk a Nyíregyházi Egyetem Bemutatókertjében volt beállítva 2021 -től 2024 -ig. A megfigyelésünk célja az volt, hogy szabadföldi tenyészedényes kísérletben, 3 eltérő vetésidő mellett, betakarításkor megvizsgáljuk a tiszta vetésű szőszös bükköny hüvelyszámát, magszámát, magtömegét és az ezermagtömegét.

A 2021-2022. és a 2023-2024-es vetési éveknél a generatív terméslemezknél a korai vetésidő kedvezett. Abban az esetben, ha a vegetáció során szélsőséges aszály sújtja a növényeket, akkor a termésképzés dinamikájában és a terméslemezben az optimálistól eltérő, szélsőséges, sokszor nehezen értelmezhető értékeket kapunk. Egyenletes csapadékelátás esetén, mint ami a 2022-2023-as vetési évet is jellemezte, a magtermést meghatározó terméslemez (hüvelyszám, magszám, magtömeg, ezermagtömeg) a legkésőbbi vetésidőben voltak a legnagyobbak. A gyakorlati tapasztalatok is azt igazolják, hogy a vetésidő kitolása kedvez a generatív terméslemez alakulásának.

Kulcsszavak: szőszös bükköny, hüvelyszám, magszám, magtömeg, ezermagtömeg

Irodalom

- Antal J.: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 284-323.
Antal J.: 2005. Növénytermesztés 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 453-456.
Gondola I. – Szabóné Cs. K.: 2010. Szőszös bükköny (*Vicia villosa* Roth.). In: Gondola: Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban. Nyíregyháza. 131-151.
Izsáki Z. – Lázár L.: 2004. Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
Pusztai P. - Radics L.: 2011. Alternatív növények korszerű termesztése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
Radics L.: 2002. Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 54-60.
Soós A. – Makszim Gy. N. T.: 2024. Károsodott környezeti elemek, kihívás előtt álló mezőgazdaság - mielőbbi megoldás a paradigmaváltás. Mezőgazdasági Technika 65 : 1 pp. 2-7. , 6 p.
Szabó J.: 1981. A szántóföldi növények vetőmagtermesztése és fajtahasználata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
Tison J-M.: 2014. Flora gallica: Flore de France. Biotop Eds, Meze, France
Myers D.: 2015. Agronomy Facts Sheets: Hairy vetch as an Ohio cover crop. Ohio State University, Ohio, USA
Webb C.: 1988. Flora of New Zealand vol. IV: naturalised Pteridophytes, Gymnosperms, Dicotyledons. Botany Division, Department of Scientific and Industrial Research. New Zealand: Botany Division, D.S.I.R.: Botany Division, D. Christchurch

Internet 1

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) – www.fao.org/faostat

Internet 2

https://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Nyiregyhaza/pages/004_ny_eghajlata.htm?fbclid=IwAR03kIPUduMFa3gSEJ_BQVS2zaiPbTw81Za02OdrIpijrm_7Br2MXI-BYt0

EXAMINATION OF CROP ELEMENTS OF HAIRY VETCH (*VICIA VILLOSA* ROTH) GROWN AT DIFFERENT SOWING TIMES

¹Edit Kosztyuné Krajnyák, ¹Béla Szabó, ¹Katalin Irinyiné Oláh, ¹Benedek Tóth, ²Gyuláné Györgyi, ¹Judit Csabai, ³Angela Kolesnyk

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

krajnyak.edit@nye.hu

³University of Debrecen, IAREF, Research Institute of Nyíregyháza,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos Str. 4-6.

gyorgyine@agr.unideb.hu

³Ungvári University, Universytets'ka St, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Oblast, Ukraina
alexkolesnyk@online.ua

Summary

The hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) is not only an important plant for sustainable soil use, but also plays a significant role on acidic sandy soils, as it is able to produce high-quality seed. Its seeds are a sought-after export item. The best variety in Europe is still Hungvillosa from Kisvárd, whose seed export still has unlimited market opportunities.

Our experiment was set up in the Demonstration Garden of the University of Nyíregyháza from 2021 to 2024. The aim of our observation was to examine the pod number, seed number, seed weight and thousand kernel weight of hairy vetch at harvest in an open-field cultivation pot experiment, with 3 different sowing times.

In the 2021-2022 and 2023-2024 sowing years, early sowing time was favorable for generative yield elements. In the event that extreme drought affects plants during the vegetation period, we obtain values that are different from the optimal, extreme, and often difficult to interpret in the yield dynamics and yield elements. In the case of uniform precipitation supply, as also characterized the 2022-2023 sowing year, the yield elements determining the seed yield (number of pods, number of seeds, seed weight, thousand-kernel weight) were the highest at the latest sowing time. Practical experience also confirms that postponing the sowing time is favorable for the development of generative yield elements.

Keywords hairy vetch, number of pods, number of seeds, seed weight, thousand-kernel weight

ELTÉRŐ VETÉSI IDŐBEN TERMESZTETT SZÖSZÖS BÜKKÖNY (*VICIA VILLOSA* ROTH) *RHIZOBIUM* GÜMŐINEK VIZSGÁLATA

KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit¹ – SZABÓ Béla¹ – IRINYINÉ OLÁH Katalin¹ – TÓTH Benedek¹
– GYÖRGYI Gyuláné² – CSABAI Judit¹ – KOLESNYK Angéla³

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási
Intézeti Tanszék 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
e-mail: krajnyak.edit@nye.hu

² Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos 4-6.
e-mail: gyorgyine@agr.unideb.hu

³ Ungvári Egyetem, Universytets'ka St, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Oblast, Ukrajna
e-mail: alexkolesnyk@online.ua

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.19>

Bevezetés

A savanyú homoktalajokon termesztendő növények viszonylag szűk köre és az istállótrágya mennyiségének folyamatos csökkenése felértékelte ezeken a talajokon a zöldtrágyázás gyakorlatát, mely szinte feledésbe merült az iparszerű szántóföldi növénytermesztés idején. A zöldtrágya növények közül a pillangós virágú növények a legértékesebbek, melyek nemcsak jelentős mennyiségű szerves anyag talajba vitelét biztosították, de a gyökereiken velük szimbiózisban élő *Rhizobium* baktérium által jelentős mennyiségű nitrogénnel gazdagították a talaj felső rétegét. A Nyírség savanyú homoktalajain termesztendő zöldtrágya növények között előkelő helyet foglal el a szöszös bükköny (*Vicia villosa* Roth.), mert az egyre szélsőségesebbé váló időjárási feltételek mellett is eredményesen termesztendő. Munkánk célja az volt, hogy szabadföldi tenyészedényes kísérletben, 3 termesztési évben, 3 vetési időpontban, 6 ismétlésben, 3 különböző növényfelvételezési időpontban megvizsgáljuk a szöszös bükköny fő- és oldalgyökerén fellelhető *Rhizobium* gümők számát.

Irodalmi áttekintés

A növényt először Albrecht Wilhelm Roth német botanikus írta le a 18. században. Európában eredetileg a gabonák gyomnövényeként érkezett az 1850-es években, de az idő múlásával felfedezték, hogy magas fehérjetartalma miatt kiváló az állati takarmányozásra, valamint zöldtrágyanövényként is funkcionál, ezért elkezdődött a termesztése, elsőként Németországban (Hanelt, 2001). A szöszös bükköny az egyik leghatékonyabb nitrogénygyűjtő növény. Westsik Vilmos (1883-1976) - akinek munkássága elősegítette a nyírségi homoktalajok termőképességének növelését - több pillangós növényt kipróbált a vetésforgóiban. A legjobbnak a rozssal vetett szöszös bükköny bizonyult (Zsombik, 2018). A szöszös bükköny nem terheli a környezetet és a talajt, az egyik legkiválóbb nitrogénygyűjtő növényünk. Rozssal együtt vetve, ha márciusig meghagyjuk, kiválóan takarja a talajt és az áprilisban következő növények magágy készítését sem hátráltatja. Nem csökkenti a talaj vízkészletét, így kevesebb összegyűjtött nitrogénnel zöldtrágyának is használható. Kitűnő védelmet nyújt a defláció, a téli és a kora tavaszi vízerózió ellen is (Ivány, et al., 1994; Makszim és Soós, 2025).

A hüvelyesekkel nitrogénköthető szimbiózist létrehozni képes mikroorganizmusokat a XIX. században fedezték fel. Frank (1889) volt az, aki először *Rhizobium* leguminosarumnak nevezte el. A szimbiózis létrejöttének első lépése a gazdanövény és a rhizobiumok egymásra találása a talajban (Redmond et al., 1986), így a gazdanövény által talajba bocsájtott flavonoidok hatására a baktériumokban kemotaxis lévén megindul a gyökerek irányába történő áramlás (Currier és Strobel, 1977).

A pillangósvirágú növények képesek gyökérgümő létrehozására. A különböző növényfajokon található gümők az adott fajra jellemzőek. Kétféle gümőtípust különítünk el morfológiájuk és fejlődésük alapján: determinált és indeterminált gümők (Franssen et al., 1992; Crespi és Frugier, 2008; Maunoury et al., 2008; Popp és Ott, 2011). E két gümőtípus között legszembetűnőbb különbség a folyamatosan működő merisztéma megléte, vagy annak hiánya (Gualtieri és

Bisseling, 2000; Hirsch, 1992). Az indeterminált típusú gümőkben (jellegzetessége a csúcsi részén lévő folyamatosan aktív merisztéma szövet) a merisztémasejtek nem veszítik el működőképességüket a gümőfejlődés során, így az apikális (elsődleges) merisztémáról folyamatosan válnak le új sejtek egész populációi, melyek differenciálódási folyamatok eredményeként hozzák létre a hosszúkás alakú, nitrogénkötő gümőt. Gümősejtjeiben a bakteroidok erősen megnyúltak és gyakran elágaznak. A mérsékeltővi pillangósvirágú növények, köztük a *Vicia* fajok is ebbe a gümőtípusba tartoznak (Wojciechowski et al., 2004; Gibson et al., 2008). A nagyobb *Rhizobium* gümő mennyiség nagyobb nitrogén ellátottságot biztosít a tavaszi növényfejlődés számára (Batston et al., 2020; Oono et al., 2020).

Anyag és módszer

A kísérlet beállítása a 2021-2022, 2022-2023., valamint a 2023-2024. években történt. A kísérlet alapját képező szösös bükköny áttelelő, így a vizsgált évek egy-egy tenyészidőszakot ölelnek fel. A szabadföldi tenyészedenyes tiszta (támasztónövény nélküli) szösös bükköny vetésénél 20 db magot helyeztünk a tenyészedenyekbe. A tenyészedenyes kísérlet kialakítása 6 ismétlésben történt. Munkánk során 3 vetési időt alkalmaztunk, amelyek 20 napos eltéréssel követték egymást. Mindhárom évben szeptember 20-án, október 10-én, és október 30-án végeztük el a magvetést. A tenyészedenyek űrtartalma 20 liter, alja perforált. A kísérleti parcellán növényvédelmet, illetve műtrágyázást nem alkalmaztunk, öntözés sem történt. A tenyészedenyek környezetét is bevetettük annak érdekében, hogy a szegélyhatást elkerüljük. A növényminták felvételezése mindhárom vizsgált évben 3 időpontban történt, tél beállta előtt (2022.02.12., 2022.12.08., 2023. 12.12.), bimbózáskor (2022.05.24., 2023.05.03., 2024.05.06.) és betakarításkor (2022.06.24., 2023.07.12., 2024.06.18.). A szabadföldi tenyészedenyes kísérlet növényeinél *Rhizobium* gümő számot vizsgáltunk a fő- és oldalgyökereken. A vizsgált növények száma 10 db volt.

A kísérleti területen a felvételezés időpontjaiban a tenyészedenyeket kézi erővel kiemeltük a földből, majd óvatosan kiszedtük belőle a növényeket. A gyökérrendszert különös óvatossággal kezeltük, kézzel lemorzsoltuk róla a talajt, hogy a gyökérzet ne sérüljön. Ezt követően a növényeket a Nyíregyházi Egyetem Növénytermesztési Laboratóriumában dolgoztuk fel. Megszámoltuk a főgyökéren és az oldalgyökéren a *Rhizobium* gümők számát.

A nyírségi savanyú homoktalajok keletkezésükből eredendően humuszban, kolloidokban és tápanyagokban általában szegények. A humusztartalmuk leggyakrabban 0,5-2% között alakul. A 2% fölötti értékek már nagynak számítanak. A homoktalajok nagy szemcsemérete (0,02 – 2,0 mm) miatt vízmegkötő képessége, vízkapacitása igen alacsony, hiszen hiányzik a talajok kötöttségéhez (K_A 25-38) szükséges magasabb agyagiszap tartalom. Mivel a humuszképződés feltételei kedvezőtlenek, ez magával vonzza a talajok alacsony termőképességét, továbbá az említett talajszerkezet miatt a fontos mikroorganizmusok szaporodásához szükséges környezet sem áll rendelkezésre. Az alacsony pH értéket (4,0 – 5,4) pedig további gátat állít a tápanyagok raktározódásának és felvételének a növények számára.

A hőmérsékleti adatok éves átlagértékei (1. táblázat) a vizsgált években növekvő tendenciát mutattak (10,9 – 13,2 °C), meghaladták a sokéves átlagot (9,7 °C). Ezt azért fontos kiemelni, mert minden vizsgált évben augusztustól-decemberig (nyár vége, ősz, tél) tartó időszakban a mért hőmérsékleti adatok – szinte minden esetben – túlmutattak a sokéves átlagon. Az őszi hónapok hőmérséklet adatai meghaladták a sokéves átlagot, mely a szösös bükköny kezdeti növekedésére, fejlődésére kedvezően hatott.

1. táblázat: A vizsgált évek és a sokéves átlag (1870-2002) hőmérséklet adatai Nyíregyházán

Hónapok	2021-2022	2022-2023	2023-2024	Sokéves átlag (1870-2002)
Augusztus	20,2	23,4	22,7	19,8
Szeptember	15,7	15,4	19,1	15,5
Október	9,1	11,8	13,4	9,9
November	4,6	6,0	5,6	4,2
December	1,1	2,3	2,5	-0,4
Január	-0,2	4,4	1,0	-2,4
Február	3,7	2,6	7,8	-0,1
Március	4,8	6,9	9,4	4,6
Április	9,2	9,5	13,7	10,7
Május	17,4	16,2	17,5	15,9
Június	22,2	19,4	21,2	19,0
Július	23,4	22,3	24,2	20,6
Átlag	10,9	11,7	13,2	9,7

Forrás: DE ATK Nyíregyházi Kutatóintézete, Sokéves átlag (1870-2002) Internet 1

Tavasszal ez a tendencia tovább folytatódott, ami a csapadékhiánnyal a 2021-2022-es vetési év tavaszán a talajok kiszáradását eredményezte. Ez az állomány tavaszi bokrosodását nagymértékben hátráltatta, hiszen a hajtásnövekedés lelassult és kis mennyiségű zöldtömeg képződött. A szöszös bükköny virágzására, hüvelykötődésére ez negatív hatást gyakorolt.

A vizsgált évek tenyészidőszakában mért csapadékat összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a lehullott csapadék mennyisége éves szinten jelentős eltéréseket mutatott (2. táblázat). A legaszályosabb a 2021-2022-es termesztési év volt.

A 2022-2023-as évben mértünk éves szinten a legtöbb csapadékot (850,9 mm). A harmadik vizsgált évben a csapadék mennyisége a sokéves átlag alatti volt (514,6 mm). A csapadék havi eloszlásánál szintén jelentős eltéréseket tapasztaltunk. Egyes őszi hónapokban kiemelkedően nagy mennyiségű csapadékot mértünk (76 mm, 149,6 mm).

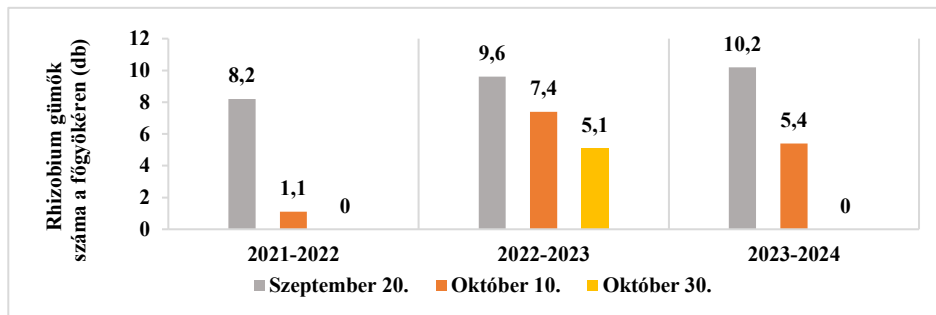
2. táblázat: A vizsgált évek és a sokéves átlag (1870-2002) csapadék adatai Nyíregyházán

	2021-2022	2022-2023	2023-2024	Sokéves átlag (1870-2002)
Augusztus	59,3	20,3	5,0	65,0
Szeptember	21,5	149,6	6,4	43,0
Október	1,7	32,8	30,8	44,0
November	65,4	47,6	76,0	46,5
December	47,5	142,4	113,6	40,5
Január	10,0	96,2	45	29,5
Február	11,7	16,8	10,4	30,0
Március	21,9	71,8	13,4	30,0
Április	42,1	72,6	49,8	39,5
Május	3,9	47,8	42,0	54,0
Június	21,9	99,4	101,2	76,0
Július	35,4	53,6	21,0	66,5
Átlag	342,3	850,9	514,6	564,5

Forrás: DE ATK Nyíregyházi Kutatóintézete, Sokéves átlag (1870-2002) Internet 1

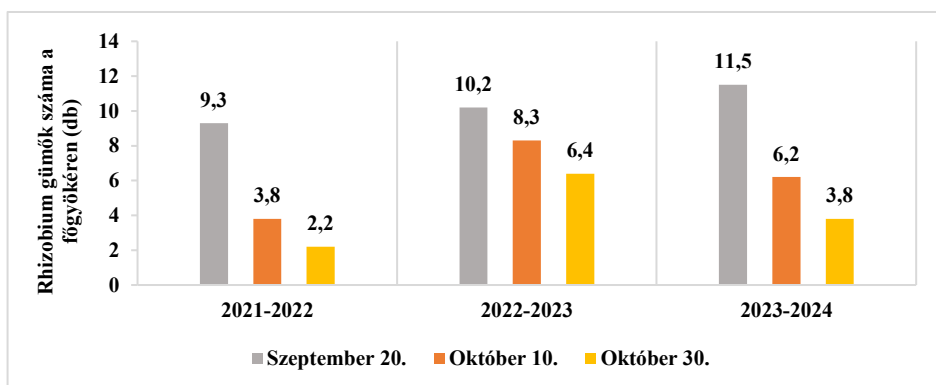
Eredmények és értékelésük

Az 1. ábrán a főgyökéren található *Rhizobium* gümők átlag adatai kerülnek elemzésre a tél beállta előtti időszakban. Az első vetési időpontban a *Rhizobium* gümők száma a főgyökéren 8,2- és 10,2 db között alakult. Az október 10-i vetési időpontban ez az érték 1,1 db és 7,4 db közé volt tehető. A harmadik vetési időpontban (október 30.) elvetett növények esetében csökkenést tapasztaltunk (0-5,1 db).



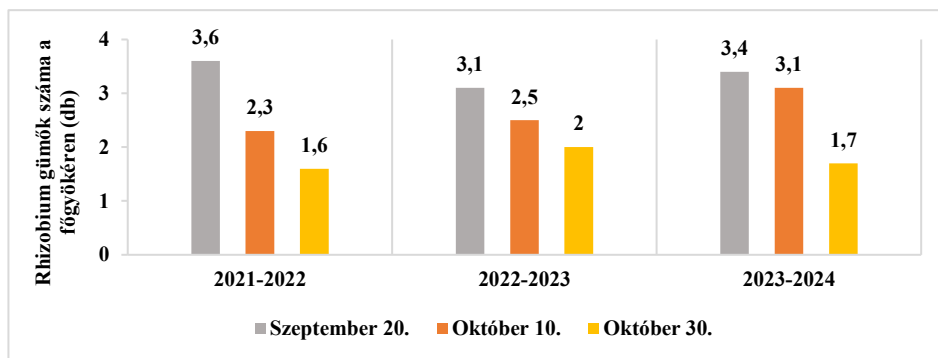
1. ábra. Tél beállta előtt felvételezett *Rhizobium* gümők száma a főgyökéren, a vizsgált években

A 2. ábrán a bimbózás fenofázisában a főgyökéren található *Rhizobium* gümők átlagos számának adatai kerülnek elemzésre. Az első (szeptember 20.) vetési időpontban 9,3 -11,5 db közé nőtt a főgyökéren fellelhető *Rhizobium* gümők száma. Az október 10-i vetési időpontban 3,8 db és 8,3 db között voltak a mért adatok. Az október 30-án elvetett növények esetében kevesebb gümőt számoltunk (2,2- 6,4 db).



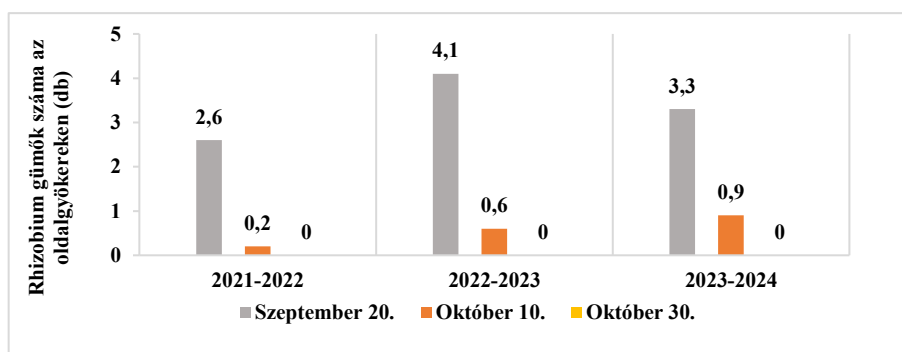
2. ábra. Bimbózáskor felvételezett *Rhizobium* gümők száma a vizsgált években

A 3. ábrán a betakarítás fenofázisában a főgyökéren található *Rhizobium* gümők átlagos számának adatai kerülnek elemzésre. Az első (szeptember 20.) vetési időpontban 3,1- 3,6 db gümőt számoltunk. Az október 10-i vetési időpontban csökkenés volt tapasztalható (2,3-3,1 db). A harmadik vetési időpontban (október 30.) elvetett növények esetében is jelentős volt a csökkenés, így a mért adatok már csak 1,6 -2 db közötti értékeket mutatnak.



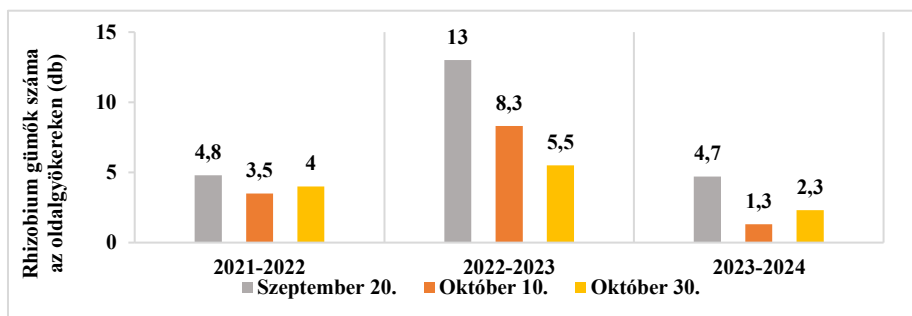
3. ábra. Betakarításkor felvételezett *Rhizobium* gümők átlagos száma a vizsgált években

A további vizsgálataink a *Rhizobium* gümők mellékgyökereken található mennyiségére irányultak. A következő, 4. ábrán a tél beállta előtti vizsgálati időpont eredményi láthatóak, amely során a mellékgyökereken található *Rhizobium* gümők átlagos számának adatai kerülnek elemzésre. A szeptember 20-i vetési időpontban az értékek 2,6 db és 4,1 db között alakultak. Az október 10-i vetési időpontban az eredmények jóval alacsonyabbak voltak, mint a szeptemberi időpontban, így ennél a vetési időnél a gümők száma a vizsgált növények átlagában nem érte el az 1 db-ot. A harmadik vetési időpontban elvetett növények esetében *Rhizobium* gümő nem képződött.



4. ábra. Tél beállta előtt felvételezett *Rhizobium* gümők átlagos száma a mellékgyökereken, a vizsgált években

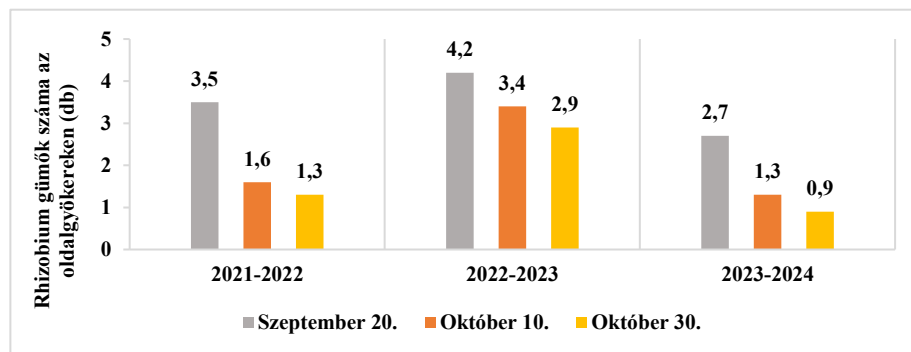
A következő, 5. ábrán bimbózáskori vizsgálati időpont eredményi láthatóak, amely során a mellékgyökereken található *Rhizobium* gümők átlagos számának adatai kerülnek elemzésre.



5. ábra. Bimbózáskor felvételezett *Rhizobium* gümők átlagos száma a mellékgyökereken, a vizsgált években

Az első vetési időpontban, az átlagos gümőszám minden vizsgált évben meghaladta a 4,7 db-ot, kiemelendő a 2022-2023. termesztési év, ahol 13 db volt az átlagos gümőszám. Az október közepi és végi vetési időkben a gümőszám csökkent.

Betakarításkor a mellékgyökereken található *Rhizobium* gümők átlagos számának adatai kerülnek elemzésre a 6. ábrán. Az első (szeptemberi) vetési időpontban a gümők száma 2,7 - 4,2 db volt. Az október 10-i vetési időpontban a mért adatok 1,3 db és 3,4 db között alakultak. A harmadik vetési időpontban (október 30.) elvetett növények gümőszáma 3 db alatti volt.



6. ábra. Betakarítás előtt felvételezett *Rhizobium* gümők átlagos száma a mellékgyökereken a vizsgált években

Következtetések

A *Rhizobium* gümőszámok alakulása egyértelmű összefüggést mutatott a vetési idővel. Minél korábban vetettük a növényeket, annál több volt a fő- és oldalgyökereken felvételezett *Rhizobium* gümőszám. A zöldtrágyázás céljából termesztett szösös bükköny ebben a vetésidőben védi legjobban és gazdagítja nitrogénnel a talajt. A vetési idő tolódásával csökkentek a gümőszámok mind a fő-, mind az oldalgyökereken.

Összefoglalás

A szösös bükköny (*Vicia villosa* Roth.) az egyik legfiatalabb növénye a hazai szántóföldi növénytermesztésnek. Talajra gyakorolt hatása sokrétű, melyek közül kiemelendő a talaj fizikai védelme, a talaj nitrogén tartalmának növelése és a talajélet fokozása.

Kísérletünk a Nyíregyházi Egyetem Bemutatókertjében volt beállítva 2021-től 2024-ig. A megfigyelésünk célja az volt, hogy szabadföldi tenyészedényes kísérletben, 3 eltérő vetésidő mellett, 6 ismétlésben, 3 különböző növényfelvételezési időpontban megvizsgáljuk a tiszta vetésű szösös bükköny fő-, és az oldalgyökerein lévő *Rhizobium* gümők számát.

A *Rhizobium* gümő képződés dinamikája a korai vetésekben volt a legnagyobb. A *Rhizobium* gümőszámokat a főgyökéren vizsgálva megállapítható, hogy tiszta vetésben, a szeptember végén vetett szösös bükkőnnél tél beállta előtt (8,2 – 10,2 db) és bimbózáskor (9,3 – 11,5 db) több gümőt számláltunk, mint betakarításkor (3,1 – 3,6 db). A *Rhizobium* gümőszámok oldalgyökereken való megjelenésénél a tél beállta előtti időpontokban jól kirajzolódik a korai vetés jelentősége, hiszen a szeptember 20-án vetett növényeknél az oldalgyökereken is néhány gümő fellelhető (2,6 – 4,1 db) volt. A bimbózáskor mért oldalgyökereken – szintén a legkorábbi vetési időben – képződött a legtöbb gümő (4,7 – 13 db). A betakarítás fázisában kevesebb gümőt számoltunk (2,7 – 4,2 db). Minden fenofázisban a szeptember végi vetésidő volt a legkedvezőbb a gümőképződés szempontjából. Ahogy a vetésidő tolódott, úgy – minden vizsgált felvételezett időpontban – csökkent a *Rhizobium* gümőszám is.

Kulcsszavak: szösös bükköny, N-gyűjtés, *Rhizobium* gümő, szimbiózis

Irodalom

- Batstone R.T. – Peters M.A. – Simonsen A.K. – Stinchcombe J.R. – Frederickson M. E.: 2020. Environmental variation impacts trait expression and selection in the legume–rhizobium symbiosis. *American Journal of Botany* 107. (2): 195-208.
- Currier, W. W. – Strobel, G. A.: 1977. Chemotaxis of a Rhizobium spp. to a glucoprotein produced by birdsfoot trefoil roots. *Science* 196: 434-436.
- Crespi, M. – Frugier, F.: 2008. "De Novo Organ Formation from Differentiated Cells: Root Nodule Organogenesis." *Science Signaling* 1(49).
- Frank B. 1889. Über die Pilzsymbiose der Leguminosen. *Berichte Deutschen Botanischen Gesellschaft*. Verlag von Paul Parey. Berlin. 7: 332–44.
- Franssen, H. J. – Vijn, I. – Yang, W. C. – Bisseling, T.: 1992. Developmental aspects of the Rhizobium-legume symbiosis. *Plant Molecular Biology*. 19:89-107.
- Gibson, K. E. – Kobayashi, H. – Walker, G. C.: 2008. "Molecular determinants of a symbiotic chronic infection." *Annu Rev Genet* 42: 413-441.
- Gualtieri, G. – Bisseling, T.: 2000. The evolution of nodulation. *Plant Mol Biol*. 42(1). 181-194.
- Hanelt P. 2001. - Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (1986. kiad.). Berlin, Heidelberg New York: Original German edition published by Akademie Verlag. Berlin and Springer-Verlag
- Hirsch, A. M.: 1992. Developmental Biology of Legume Nodulation. *New Phytologist*. 122(2): 211-237.
- Iványi K. – Kismányoki T. – Ragasits T.: 1994. Növénytermesztés. Budapest: Mezőgazda Kiadó
- Makszim Gy. N. T. – Soós A.: 2025. Land Sharing and Land Sparing in Agriculture – Can We Change Our Attitudes? *Eurochoices* 24 : 1 pp. 43-49., 7 p.
- Maunoury, N. – Kondorosi, A. – Kondorosi, E. – Mergaert, P.: 2008. Cell biology of nodule infection and development. In: *Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses*. Springer, 153-189.
- Oono, R. – Ho, K. E. – Muller, R. – Jimenez Salinas, A. – Denison, R. F. 2020.: How do less-expensive nitrogen alternatives affect legume sanctions on rhizobia?. *Ecology and evolution* 10(19): 10645-10656.
- Popp, C. – Ott, T.: 2011. Regulation of signal transduction and bacterial infection during root nodule symbiosis. *Current Opinion in Plant Biology* 4:458-467.
- Redmond, J. W. – Batley, M. – Djordjevic, M. A. – Innes, R. W. – Kuempel, P. L. – Rolfe, B. G.: 1986. Flavons induce expression of nodulation genes in Rhizobium. *Nature* 323: 632-635.
- Wojciechowski, M. F. – Lavin, M. – Sanderson, M. J.: 2004. A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. *Am J Bot*, 91(11), 1846-1862.
- Zsombik L.: 2018. Pillangós növények a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Portfóliójában. DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

Internet 1

https://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Nyiregyhaza/pages/004_ny_eghajlata.htm?fbclid=IwAR03kIPUduMFa3gSEJ_BQVS2zaiPbTw81Za02OdrIrpjrm_7Br2MXI-BYt0

EXAMINATION OF *RHIZOBIUM* NODULES OF HAIRY VETCH (*VICIA VILLOSA* ROTH) GROWN AT DIFFERENT SOWING TIMES

¹Edit Kosztyuné Krajnyák, ¹Béla Szabó, ¹Katalin Irinyiné Oláh, ¹Benedek Tóth,
²Gyuláné Györgyi, ¹Judit Csabai, ³Angela Kolesnyk

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

krajnyak.edit@nye.hu

²University of Debrecen, IAREF, Research Institute of Nyíregyháza,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos Str. 4-6.

gyorgyine@agr.unideb.hu

³Ungvári University, Universytets'ka St, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Oblast, Ukraina
alexkolesnyk@online.ua

Summary

Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) is one of the youngest plants in Hungarian field crop production. In terms of its occurrence, it is a cosmopolitan species. It occurs throughout our country, in grasslands, in areas under agricultural cultivation, along roads, and on the edges of arable fields. Its impact on the soil is manifold, among which the physical protection of the soil, increasing the nitrogen content of the soil and enhancing soil life are highlighted. Our experiment was set up in the Demonstration Garden of the University of Nyíregyháza from 2021 to 2024. The aim of our observation was to examine the number of *Rhizobium* nodules on the main and lateral roots of pure-seeded hairy vetch in an open-field pot experiment, with 3 different sowing times, in 6 repetitions, and at 3 different plant sampling times.

The dynamics of *Rhizobium* nodule formation was the highest in early sowings. Examining the *Rhizobium* nodule numbers on the taproot, it can be established that in pure sowing, in the case of fluffy vetch sown at the end of September, more nodules were counted before the onset of winter (8.2 – 10.2 pcs) and at budding (9.3 – 11.5 pcs) than at harvest (3.1 – 3.6 pcs). The appearance of *Rhizobium* nodule numbers on lateral roots at times before the onset of winter clearly shows the importance of early sowing, as some nodules could also be found on lateral roots in plants sown on September 20 (2.6 – 4.1 pcs). The most nodules were formed on lateral roots measured at budding – also at the earliest sowing time (4.7-13 pcs). In the harvest phase, fewer nodules were counted (2.7 – 4.2 pcs). In all phenophases, the sowing time at the end of September was the most favorable for nodule formation. As the sowing time was delayed, the number of *Rhizobium* nodules decreased at all recorded times.

Keywords: hairy vetch, N-fixation, *Rhizobium* nodule, symbiosis

PERSPECTIVES ON THE COMBINED APPLICATION OF BACTERIOPHAGES AND PHYTOSEPTICS FOR OVERCOMING ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN IN VITRO STUDIES

Oleh KOLESNYK¹ – Marina KRYVTSOVA¹ – Zsolt Tibor HÖRCSIK² – Judit CSABAI²

¹ Uzhhorod National University, 3 Narodna, Uzhhorod, 88000

² University of Nyíregyháza, 4400 Nyíregyháza, Sóstói str. 31/b

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.20>

Abstract

Antimicrobial resistance is increasingly complex to treat with single antibiotic therapies. As new strains continue to develop, scientists look towards other solutions that have multiple modes of action. Among the greatest hopes are bacteriophages and plant-based antimicrobial agents (phytoseptics). This article reviews current results on the solo and combined actions of these two technologies. *In vitro* studies have revealed that bacteriophages exhibit target-specific efficacy against multiple clinical strains of bacteria, although their efficacy is often strain-specific. Plant extracts, in contrast, exhibited broader antimicrobial activity and additional anti-inflammatory and antioxidant properties. In combined use, multiple instances implied a synergistic interaction between phages and phytochemicals that augments therapeutic opportunity with reduced side effects. These findings bode well for the development of multifaceted treatment regimes that incorporate natural and biological agents to counter the rise in antibiotic resistance and refine clinical outcomes.

Keywords: bacteriophage therapy, phytoseptics, antimicrobial resistance, in vitro study

Introduction

Antibiotic resistance remains one of the most pressing challenges in modern clinical microbiology and infectious disease medicine. Frequent and irrational use of antibacterial agents, including empirical prescriptions, contributes to the growing prevalence of resistant strains, reduces the effectiveness of standard therapies, and complicates the selection of optimal treatment strategies. At present, the most common causes of nosocomial and multidrug-resistant infections are represented by the group of ESKAPE pathogens (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Enterobacter* spp.) (Church – McKillip 2021).

In response to the significant global increase in pan-resistant strains, the World Health Organization (WHO) recognized antimicrobial resistance as a global threat in 2014 (Urban-Chmiel et al., 2022). According to preliminary projections, infectious diseases caused by antibiotic-resistant microorganisms may account for up to 10 million deaths annually by 2050. It is currently estimated that more than 70% of all microorganisms exhibit resistance to at least one commercially available antibiotic. Resistance emerges both at the hospital and community levels. Although the development of resistance is a gradual process, its dissemination is markedly accelerated by the irrational and improper use of antibiotics. The coronavirus disease (COVID-19) pandemic further intensified this issue, largely due to excessive antibiotic use (Nwobodo et al., 2022).

Numerous studies on microbial resistance demonstrate the limited efficacy of newly developed antibiotics. Consequently, current scientific efforts are increasingly focused on identifying alternative approaches to combat multidrug-resistant microorganisms (Çobanoğlu et al., 2010; et al., 2023). Equally important is the development of innovative strategies aimed at reducing the emergence of resistance or counteracting its further spread (Nwobodo et al., 2022). One of the promising directions in this context is the investigation of bacteriophage activity in combination with plant-derived extracts (phytoseptics).

Results

Antimicrobial Activity of Bacteriophages

Bacteriophages have been known for more than a century. Their activity was first observed in 1896 by the British scientist Ernest Hanbury Hankin while studying the effect of water from the Ganges River on *Vibrio cholerae*. It was determined that the water destroyed cholera bacteria, most likely due to the presence of specific phages. During World War I, the British researcher Frederick Twort and the Franco-Canadian scientist Félix d'Hérelle independently identified lytic zones on bacterial cultures, which indicated phage activity. D'Hérelle further developed this phenomenon for the treatment of bacterial infections, marking the beginning of phage therapy (Skurnik et al., 2022).

With the rise of antibiotics in the mid-20th century, scientific and clinical interest in bacteriophages gradually declined. However, today, as multidrug-resistant strains become increasingly prevalent, phages are once again being applied in hospitals worldwide. Phage therapy is under active global investigation to develop effective combinations suitable for clinical use (Berger et al., 2024).

Studies of in vivo interactions between bacteriophages and antibiotics predominantly demonstrate a synergistic effect. At the same time, some reports describe antagonistic or neutral interactions between these antimicrobial agents. Recent scientific publications on the combined use of phages and antibiotics for treating patients with severe bacterial infections indicate improved clinical outcomes when both therapeutic modalities are applied concurrently (Łusiak-Szelachowska et al., 2022).

Extensive literature data highlight the effectiveness of bacteriophages in managing a variety of bacterial infections. They are most frequently employed in the treatment of gastrointestinal tract diseases caused by *Escherichia coli*, *Proteus* spp., *Vibrio cholerae*, *Shigella* spp., and *Salmonella* spp.. Phage therapy has also proven effective in cases of trophic ulcers, chronic wounds, diabetic foot syndrome, and cystic fibrosis. Recently, interest in phages has grown significantly in the field of traumatology, particularly for treating infections caused by antibiotic-resistant pathogens (Poniatovskyi et al., 2023).

Our own studies demonstrate high efficacy of monovalent bacteriophages against clinical isolates associated with surgical wound complications and pathogens involved in periodontal inflammatory processes. At the same time, it should be noted that phage susceptibility was strain-specific, underscoring the necessity of determining bacterial sensitivity to a given phage preparation prior to initiating treatment (Kolesnyk et al., 2024).

Antimicrobial Activity of Medicinal Plant Extracts

Another promising approach to overcoming antibiotic resistance is the study of plant-derived extracts. According to the World Health Organization (WHO), in nearly 80% of developing countries traditional medicine, which largely relies on plant-based remedies, is still widely used. Therefore, medicinal plants are considered a potential source of new drugs, as well as an almost unlimited reservoir of bioactive compounds. To date, more than 1,340 plants with confirmed antimicrobial activity have been identified [11].

Plant extracts exhibit antibacterial, antioxidant, and anti-inflammatory effects. The mechanisms of action of pharmacologically active ingredients of plant origin differ from those of most antibiotics. Some of these compounds not only demonstrate intrinsic antimicrobial properties but also possess the ability to modulate antibiotic resistance (e.g., a synergistic effect has been reported between *Salvia* spp. and *Matricaria recutita* in combination with oxacillin). Several in vitro studies have shown a reduction in the minimum inhibitory concentration (MIC) of antibiotics when administered together with plant-based preparations. This ability of plant

extracts to modify microbial susceptibility to antibiotics is of particular importance in addressing resistance (Vaou et al., 2021).

Phytochemical analyses of capers (*Capparis* sp.) revealed the presence of various biologically active compounds, including spermidine, rutin, quercetin, tocopherol, and carotenoids, which are responsible for their antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and antiviral properties. Seed extracts of *Capparis decidua* have demonstrated antibacterial, antifungal, and antileishmanial activity, likely due to the presence of quaternary ammonium compounds and glucosinolates (Tlili et al., 2011).

In the scientific literature, the use of bearberry (*Arctostaphylos uva-ursi*) and cranberry juice (*Vaccinium macrocarpon*) has been reported for the treatment of urinary tract infections, while plants such as lemon balm (*Melissa officinalis*), garlic (*Allium sativum*), and tea tree (*Melaleuca alternifolia*) are described as agents with broad-spectrum antimicrobial activity (Joshi 2017).

High antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Salmonella typhi* has been demonstrated by extracts of common myrtle (*Myrtus communis*) and vervain (*Verbena officinalis*). *Myrtus communis* also showed strong activity against *Pseudomonas aeruginosa*. Carrot seed oil (*Daucus carota*) and tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) were found to be effective against *Helicobacter pylori* and *Mycoplasma pneumoniae*, respectively (Wangchuk et al., 2011).

Methanolic extracts of creeping wood sorrel (*Oxalis corniculata*), mugwort (*Artemisia vulgaris*), Indian bay leaf (*Cinnamomum tamala*), and crofton weed (*Ageratina adenophora*) exhibited inhibitory effects against *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, and *Citrobacter koseri* (Manandhar et al., 2019). Hydromethanolic extracts of *Berberis vulgaris*, *Cistus monspeliensis*, and *Punica granatum* have also been shown to possess significant antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, and *Enterobacter cloacae* (Bereksi et al., 2018).

Extracts of *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen contains approximately 77 compounds, among which spilanthol, malic acid, and phenolic acid are the most common. These extracts also include flavonoids with notable antimicrobial and anti-inflammatory activity. Antimicrobial sensitivity testing of *Acmella* extracts demonstrated effectiveness against *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans*, *Rhizopus arrhizus*, *Rhizopus stolonifer*, *Fusarium oxysporum*, and *Fusarium moniliforme*. Our studies further indicated their activity against *Candida krusei* (Csabai et al., 2024).

Research has also demonstrated pronounced antibiofilm activity of *Achillea millefolium* L. extracts, which are characterized by high tannin content and antioxidant properties, acting against biofilms formed by clinical biofilm-producing isolates. Their strong antioxidant activity, combined with the presence of tannins and flavonoids, supports the potential application of *Achillea millefolium* L. extracts as components of phytoseptic formulations with both antimicrobial and anti-inflammatory properties for the treatment of inflammatory processes in the oral mucosa and periodontal tissues (Kryvtsova et al., 2024).

Thyme essential oil has shown strong antibacterial activity against clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. Moderate antimicrobial effects have also been reported for the essential oils of *Hyssopus officinalis*, *Menta piperita*, and *Coriandrum sativum* (Kryvtsova et al., 2017).

Conclusion

No single strategy for combating infectious agents ensures complete effectiveness, as microorganisms are capable of rapidly adapting even to the most advanced therapeutic options. A promising solution lies in complex antibacterial therapy that integrates different mechanisms of antimicrobial action.

The combination of bacteriophages and phytoseptics may produce a synergistic effect, enhancing each other's activity while lowering the required doses, thereby reducing the risk of toxic side effects. Applying diverse approaches within one therapeutic framework also helps to prevent the selection of resistant strains. Plant-derived antiseptics add further value by providing not only antibacterial but also antioxidant and anti-inflammatory properties.

Thus, the integration of bacteriophages and phytoseptics offers promising prospects for the development of new therapeutic strategies aimed at slowing the spread of antibiotic resistance and improving the effectiveness of treatments for complex infections.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the support of the CEEPUS program, which enabled student and staff mobility and thereby made the joint research and publication possible.

References

- Abdelsattar S. A. – Yakoup A. Y. – Khaled Y. – Safwat A. – El-Shibiny A.: 2023. The synergistic effect of using bacteriophages and chitosan nanoparticles against pathogenic bacteria as a novel therapeutic approach. *International Journal of Biological Macromolecules*, 228, 374–384. (<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.12.246>)
- Bereksi M. – Hassaine H. – Bekhechi C. – Abdelouahid D.: 2018. Evaluation of antibacterial activity of some medicinal plants extracts commonly used in Algerian traditional medicine against some pathogenic bacteria. *Pharmacognosy Journal*, 10 (3), 507–512. (<https://doi.org/10.5530/pj.2018.3.85>)
- Berger I. – Loewy Z. G.: 2024. Antimicrobial resistance and novel alternative approaches to conventional antibiotics. *Bacteria*, 3 (3), 171–182. (<https://doi.org/10.3390/bacteria3030012>)
- Church N. A. – McKillip J. L.: 2021. Antibiotic resistance crisis: Challenges and imperatives. *Biologia*, 76 (5), 1535–1550. (<https://doi.org/10.1007/s11756-021-00697-x>)
- Çobanoğlu G. – Sesal C. – Gökmen B. – Çakar S.: 2010. Evaluation of the antimicrobial properties of some lichens. *South Western Journal of Horticulture*, 1 (2), pp. 153–158.
- Csabai J. – Kolesnyk A. – Hörcsik Z. – Kolesnyk O. – Dobránszki J. – Cziáky Z.: 2024. A comprehensive study to identify novel active components, amino acids, and antibiotic activity of *Acmella oleracea*. *Acta Biologica Szegediensis*, 15, 75–96.
- Joshi R. K.: 2017. A perspective on the phytopharmaceuticals responsible for the therapeutic applications. In: Keservani R. K. – Sharma A. K. (eds.): *Recent Advances in Drug Delivery Technology*, IGI Global, pp. 208–228. (<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1034-5.ch009>)
- Kolesnyk O. O. – Kryvtsova M. V. – Kharina A. V. – Mormil O. Y. – Savenko M. V.: 2024. Efficacy of bacteriophages against isolates of complicated gunshot wounds in in vitro experiments. *Intermedical Journal*, (2), 92–97. (<https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-16>)
- Kryvtsova M. V. – Hoblyk Y. I. – Kolesnyk A. V. – Salamon I. – Miglias V. H. – Zayachuk I. P.: 2024. Peculiarities of medicinal plant raw materials: Phytochemical and antimicrobial properties of *Achillea millefolium* L. extracts. *Intermedical Journal*, (2), 100–108. (<https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-17>)
- Kryvtsova M. V. – Livak O. H. – Balabanska B. V. – Marochka N. A. – Bilak O. M. – Hanych T. T.: 2017. Antibacterial action of essential oils on clinical isolates of opportunistic infection pathogens. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Biology*, 42, 82–85.
- Łusiak-Szelachowska M. – Międzybrodzki R. – Drulis-Kawa Z. – Cater K. – Knežević P. – Winogradow C. – et al.: 2022. Bacteriophages and antibiotic interactions in clinical practice: What we have learned so far. *Journal of Biomedical Science*, 29 (1), 23. (<https://doi.org/10.1186/s12929-022-00806-1>)
- Manandhar S. – Luitel S. – Dahal R.: 2019. In vitro antimicrobial activity of some medicinal plants against human pathogenic bacteria. *Journal of Tropical Medicine*, 2019, 1–5. (<https://doi.org/10.1155/2019/1895340>)
- Nwobodo D. C. – Ugwu M. C. – Anie C. O. – Al-Ouqaili M. T. S. – Ikem J. C. – Chigozie U. V. – Saki M.: 2022. Antibiotic resistance: The challenges and some emerging strategies for tackling a global menace. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 36 (9), e24655. (<https://doi.org/10.1002/jcla.24655>)
- Poniatovskiy V. A. – Shyrobokov V. P. – Bobyr V. V. – Kharina A. V.: 2023. Bacteriophages as a possible direction of fighting antibiotic-resistant strains of microorganisms. *Preventyva medytyna. Teoriia i praktyka*, 1 (1), 33–37.
- Skurnik M.: 2022. Can bacteriophages replace antibiotics? *Antibiotics*, 11 (5), 575. (<https://doi.org/10.3390/antibiotics11050575>)
- Tlili N. – Elfalleh W. – Saadaoui E. – Khaldi A. – Triki S. – Nasri N.: 2011. The caper (*Capparis L.*): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties. *Fitoterapia*, 82 (2), 93–101. (<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.09.006>)
- Urban-Chmiel R. – Marek A. – Stępień-Pyśniak D. – Wiecek K. – Dec M. – Nowaczek A. – Osek J.: 2022. Antibiotic resistance in bacteria—A review. *Antibiotics*, 11 (8), 1079. (<https://doi.org/10.3390/antibiotics11081079>)

- Vaou N. – Stavropoulou E. – Voidarou C. – Tsigalou C. – Bezirtoglou E.: 2021. Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. *Microorganisms*, 9 (10), 2041. (<https://doi.org/10.3390/microorganisms9102041>)
- Wangchuk P. – Keller P. A. – Pyne S. G. – Taweechotipatr M. – Tonsomboon A. – Rattanajak R. – Kamchonwongpaisan S.: 2011. Evaluation of an ethnopharmacologically selected Bhutanese medicinal plants for their major classes of phytochemicals and biological activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 137 (2), 730–742. (<https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.06.032>)

SILÓCIROK SZERVEINEK TÁP- ÉS TOXIKUSELEM-FELVÉTELE ENYHÉN SZENNYEZETT TALAJBÓL

SIMON László – IRINYINÉ OLÁH Katalin – VINCZE György – VIGH Szabolcs – KOSZTYUNÉ
KRAJNYÁK Edit – URI Zsuzsanna – SZABÓ Béla

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti
Tanszék, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b
simon.laszlo@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.21>

Bevezetés

A silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) termesztése számos előnnyel jár; nagy biomasszát képez, ami kiváló alapanyag szilázs (erjesztett takarmány) előállítására. Rosttartalma kedvező, beltartalmi értékei megfelelnek a kérődzőknek (pl. tejelő szarvasmarháknak és húsmarháknak). Napjainkban, a régiókban is tapasztalható klímaváltozás miatt, termesztése felértékelődött, mivel alternatívát jelent a silókukorica helyett; szárazság esetén és gyengébb talajokon jobb teljesítményt nyújt, mint a kukorica. Hőigényes ugyan, de kevésbé vízigényes, mint a kukorica, mivel mélyre hatoló gyökérzete révén jól bírja a szárazabb időszakokat. Gyengébb termőképességű talajokon is termesztendő, ahol más kultúrák kevésbé gazdaságosak. Változatosságot biztosít a vetésforgóban, amely kedvez a talajéletnek és a kártevők elleni védekezésnek. Kiváló elővetemény egyes kultúrák számára, kevés utónövény-korlátozással (Ábrahám 2019, Siklósiné Rajki és Harmati 2001).

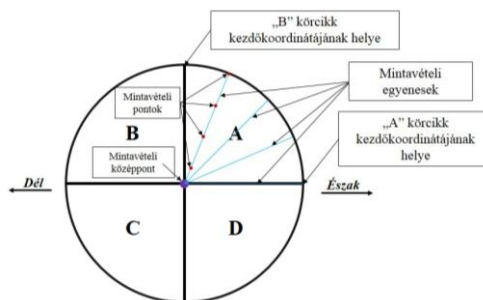
A silócirok gyorsan fejlődik és jelentős zöldtömeget állít elő, amely alkalmassá teszi nagy mennyiségű szennyező anyag (pl. toxikus elemek, túlsúlyban lévő egyes tápelemek: nitrát- és foszfátszennyezés) kivonására a talajból, az ún. fitoremediáció során. A silócirok toleráns számos toxikus elemmel, nehézfémekkel (Cd, Pb, Zn, Cu) szemben, és ezeket a fémeket képes fitoakkumulálni a gyökereiben és részben a föld feletti szerveiben is. Az ún. fitoextrakció során a növények a gyökérzetükön keresztül felveszik a talajban lévő szennyező anyagokat, majd beépítik ezeket a biomasszájukba, amit aztán betakarítással eltávolítanak a területéről. A silócirok természetesen a fitostabilizációs hatása is van, mivel mélyre hatoló és sűrű gyökérzete segít rögzíteni a feltalajt, ezzel csökkenti az abban lévő szennyező anyagok további elmozdulását (pl. a szél- vagy a vízerózió által). Alkalmas továbbá erodált, degradált, szennyezett területek rehabilitációjára is. A rizoszférában (a gyökerek környezetében) fokozza a mikrobiális aktivitást, amely elősegíti a szerves szennyező anyagok (pl. kőolajszármazékok, peszticidek) lebomlását. A fitoremediáció során megtermelt biomassza bioenergia-termelésre (biogáz, bioetanol, hőenergia) hasznosítható vagy komposztálható, feltéve, hogy nem tartalmaz veszélyes mennyiségben toxikus anyagokat (Simon 2004, Jamali et al. 2008, Angelova et al. 2011, Ali et al. 2017, Yuan et al. 2019).

Debrecen külterületén – Lovász-zugban – a múlt században egy szennyvízülepítő-tórendszer üzemeltetett másodlagos biológiai tisztítóegységként. Itt a debreceni szennyvíz ülepítése, szikkasztása, utótisztítása zajlott egy lagúnarendszerben (Tózsér 2018, Tózsér et al. 2018). A szennyvízülepítő tavakat 2013-ban rekultiválták (Internet 1, Mélyépterv C.E. Kft. 2011), és a jelenleg 70-110 cm mélységben található kommunális szennyvízüledéket (Simon et al. 2021, Simon et al. 2023) talajréteggel fedték le. Megállapítottuk, hogy ez a szennyvízüledék potenciálisan toxikus elemekkel szennyezett, mivel az általunk mért koncentrációk a következők voltak: As–31,0; Ba–596, Cd–1,23; Cr–1142; Cu–198; Mn–520; Ni–62,8; Pb–278 és Zn–978 mg/kg sz.a. (szárazanyag), (Simon et al. 2022).

Feltételeztük, hogy a szennyvízüledékből, illetve a takarótalajból a tápelemek mellett toxikus elemeket is felvesz, illetve akkumulál a silócirok. Ennek igazolására szabadföldi kísérletet állítottunk be 2018-ban a szennyvízülepítő talajtakaróján, mely során két silócirok hibrid szerveinek táp- és toxikuselem-felvételét hasonlítottuk össze.

Anyag és módszer

2018. április 12-én a Debrecen Lovász-zugban található, rekultivált szennyvíztelepítő területén talajmintavételt hajtottunk végre. A Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar, Biológiai és Ökológiai Intézet Ökológiai Tanszéke által kijelölt 9 mintavételi pont közül talajmintákat vettünk a 6. számú mintavételi pontból, mely EOV koordinátája X240911, Y841997, földrajzi koordinátája (Internet 2) északi szélesség 47°29'02,41" és keleti hosszúság 21°35'43,97" volt. E pontból spárga segítségével 10 méter sugarú kört húztunk, és ezt 4 körcíkkre osztottuk fel (1. ábra).



1. ábra. A talajmintavétel sémája (Debrecen, Lovász-zug 2018. április 12.).

Az ábrát Dr. Tözsér Dávid (Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék) állította össze.

Adott sugár mentén 2,5 méterre egymástól 4 személy 2-2 részmintát vett 0-25 cm mélységből, botfűrókkal. 15°-ot haladva az óramutató járásával ellentétes irányba a mintavételeket megismételtük mindaddig, míg 90°-os pozícióig el nem értünk. Ily módon egy-egy „A”, „B”, „C” vagy „D” jelű mintavételi területről 32-32 részmintánk keletkezett, melyeket 2018. április 13-án külön-külön alaposan összekevertünk és laboratóriumban műanyag tálcákra légszáraz állapotig szárítottunk. Egy-egy körcíkből vett kevert átlagminta légszáraz össztömege 1000-1100 gramm volt. A légszáraz talajmintákat 2 mm-es szitán bocsátottuk át, majd simítózáras műanyag zacskókban tároltuk az elemanalízisig.

A szabadföldi mikroparcellás kísérletet két silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) hibriddel állítottuk be 2018. május 24. – 2018. október 11. között Debrecen Lovász-zugban.

A *Róna 1* silócirok (NÉBIH, 2018) kiváló termőképességű, középérésű hibrid, 80-85 t/ha zöldtermést és 24-25 t/ha szárazanyag-termést ad. 220-250 cm magas, jól bokrosodó, lédús szárú, nagy cukortartalmú (14-17%), jó minőségű szilázs készíthető belőle. Kiváló szárazságtűrő-képességű. Közepes és gyengébb talajokon is jövedelmezően termesztendő. Kukorica-cirok együtt vetéshez is kiválóan alkalmas, FAO 300-as érésű silókukoricákhoz ajánlják. Betegségekkel szemben (kukorica csíkos mozaikvírus – MDMV, Fusarium fajok, baktériumos levélfoltosság) toleráns (Dr. Palágyi Andrea nemesítő közlése).

A *GK Balázs* silócirok (NÉBIH, 2018) kiváló termőképességű, jó szárszilárdságú, középérésű hibrid, mely 80-86 t/ha zöldtermést és 24-26 t/ha szárazanyag-termést ad. 220-270 cm magas, jól bokrosodó, lédús szárú, nagy cukortartalmú (15-17 %), jó minőségű szilázs készíthető belőle. Kiváló szárazságtűrő-képességű, közepes és gyengébb talajokon is jövedelmezően termesztendő, önmagában is jó minőségű szilázs készíthető belőle. Kukorica-cirok együtt vetéshez is kiválóan alkalmas, FAO 400-as érésű silókukoricákhoz ajánlják. Betegségekkel szemben (MDMV, Fusarium fajok, baktériumos levélfoltosság) toleráns (Dr. Palágyi Andrea nemesítő közlése).

A szabadföldi kísérletet a két silócirok hibriddel egy 8x8 méteres parcellán állítottuk be, mely mértani középpontjának EOV és földrajzi koordinátáit a fentiekben ismertettük. 2018. május 24-én ültettük el a fenti kísérleti parcella bal felébe a Róna 1, jobb felébe pedig a GK Balázs silócirok hibrid magvait, 3-5 cm-es mélységbe. Mindkét hibridből 5-5 db nyolc méter hosszú sort alakítottunk ki észak-déli irányban, 75 cm-es sortávolsággal. A két hibrid alparcelláját 1,5 méteres növények nélküli sáv választotta el egymástól (a kísérleti parcellán belül). Egy

folyóméteren belül legalább 20 magvat helyeztünk a talajba, melyet az ültetés után alaposan megöntöztünk.

A tenyészidőszak alatt a kísérleti növényeket nem öntöztük, a gyommentesítést kézi kapálással oldottuk meg. A debreceni meteorológiai megfigyelőállomás 2018. június 1. – 2018. szeptember 30. között 143 mm lehullott csapadékot regisztrált. Méréseik szerint ebben az időszakban az átlaghőmérséklet $21,4^{\circ}\text{C}$, a napsütéses órák száma 1196 volt (Internet 3).

A kísérleti terület takarótalajának genetikai besorolása nem állapítható meg (mivel a szennyvízülepítő rekultivációja során az bolygatásra került). A környékbeli, közeli szántóföldek talajtípusa mészlepedékes csernozjom (Tózsér Dávid közlése). Jelen kísérlet közeléből több alkalommal vettünk talajmintákat (Simon et al. 2021, Simon et al. 2022, Simon et al. 2023). A rekultivált szennyvízülepítő talajtakarójának legfontosabb jellemzői: pH- H_2O 7,72; pH-KCl 7,30; összes só: 0,057 m/m%, CaCO_3 2,25 m/m%, humusz 2,27 m/m%, Arany-féle kötöttségi szám (K_A) 39 (Simon et al. 2023). Az Arany-féle kötöttségi száma alapján a kísérleti talaj fizikai félesége vályog, a pH alapján a talaj gyengén lúgos, összes sótartalma nem jelentős, mész- és humusztartalma a környékbeli szántóföldeken található mészlepedékes csernozjom talajokra jellemző.

2018. június 25-én került sor az első növénymintavételre (2. ábra). Ekkor a Róna1 hibrid 4-6 leveles, a GK Balázs pedig 6-8 leveles fejlettségi állapotban volt. Egy adott hibrid tenyésztőterületét kettéosztottuk, és az „A” és „B” jelű mintaterületről 22-25 hajtásmintát gyűjtöttünk be. A hajtások hossza 70-78 cm között változott, a begyűjtött hajtások zöldtömege mintánként 276-473 gramm volt.



2. ábra. Hajtás mintavétel a silócirok kultúrákból
(szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018. június 25.).

A mintákat laboratóriumba szállítottuk, folyó csapvízben és desztillált vízben megmostuk, majd szobahőmérsékleten előszárítottuk. A légszáraz növénymintákat 2018. július 12-én levél- és szármintákra szedtük szét, majd papírzacskóban szárítószekrényben (70°C , 24 óra) tömegállandóságig megszáritottuk.

2018. szeptember 13-án került sor a második növénymintavételre (3. ábra). Ekkor az adott silócirokhibrid bugáiból 2-2 átlagmintát képeztünk, melyet 25-25 buga alkotott.



3. ábra. Buga mintavétel a silócirok kultúrákból
(szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018. szeptember 13.).

A levágott bugákat laboratóriumba szállítottuk, és többszöri átforgatással szobahőmérsékleten előszárítottuk. 2018. október 30-án a légszáraz bugamintákat 105°C -on 4 órán át elektromos szárítóberendezésben tömegállandóságig szárítottuk. 2018. november 13-án a magvakat kézzel kicsépeztük, majd másnap a 282-454 g tömegű mintákat folyó csapvízzel megmostuk, melyet kétszer váltott desztillált vízzel öblítettünk le. Ezt újabb szárítás követte 105°C -on 1,5 órán át.

2018. október 11-én került sor a harmadik növénymintavételre. Ekkor a hajtásokat betakarítottuk és kévékbe kötöttük, és a helyszínen elkezdtük megszáritani. Ezután gyökér-mintavételre került sor a silócirok hibridek parcelláiról. Mindkét parcelláról 3-3 ásonyomnyi gyökérmintát emeltünk ki. A laboratóriumba szállított gyökérmintákat csapvízben alaposan megmostuk, desztillált vízzel leöblítettük, majd légszáraz állapot elérésig szobahőmérsékleten műanyag tálkákban előszáritottuk (4. ábra).



4. ábra. Silócirok kultúrák betakarítása, gyökérmintavétel, gyökerek mosása (szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018. október 11.).

2018. október 30-án a légszáraz gyökérmintákat (9-14 gramm) elektromos szárítóberendezésben 105 °C-on 4 órán át tömegállandóságig szárítottuk.

Valamennyi száraz növénymintát (gyökér, szár, levél, mag) elektromos darálógéppel 1 mm-nél kisebb részecskékre aprítottunk fel, majd exsikkátorban, pattintással záródó műanyag zacskókban tároltuk az elemanalízist megelőzően.

A talaj- és növényminták elemanalízise a Debreceni Egyetem Agrárműszerközpontjában történt, cc. salétromsav–cc. hidrogén-peroxid 3:1 (v/v) elegyével mikrohullámmal történt feltárás után, ICP-OES készülékkel. A nitrogéntartalom meghatározása Kjeldahl-módszerrel történt (Simon et al. 2022).

Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázatban mutatjuk be a különféle tápelemek „pseudoösszes” koncentrációit a silócirok hibridekkel beállított kísérlet talajában 2018. április 12-én, a szabadföldi kísérlet beállítása előtt.

1. táblázat. „Pseudoösszes”* tápelem-koncentrációk a silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) hibridekkel beállított kísérlet talajában (szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018.04.12.).

Esszenciális makroelemek (mg kg ⁻¹ sz.a.)				Esszenciális mikroelemek (mg kg ⁻¹ sz.a.)		
P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
„A” mintavételi hely						
1275	2656		5493 (	34,0	351	149
(6)	(4)	26595 (49)	8)	(0,04)	(3)	(1)
„B” mintavételi hely						
1280	2786	27909	5421	36,0	362 (	140 (
(3)	(6)	(147)	(6)	(0,05)	2)	1)
„C” mintavételi hely						
1283 (	2959	28302	5392 (	43,7	404(	175
5)	(4)	(255)	4)	(0,02)	11)	(1)
„D” mintavételi hely						
1428	2829 (	29404	5955	36,0	375	150
(4)	4)	(60)	(6)	(0,1)	(4)	(1)
Átlag („A–D”)	1317	2808	28053	5565	37,4	373
Szórás („A–D”)	74	125	1160	263	4,3	23

*HNO₃/H₂O₂ feltárás. n=3. Zárójelben a mérési adatok szórását tüntettük fel.

A magyar talajok átlagos "pseudoösszes" (cc. HNO₃-oldható) foszfortartalma jellemzően 800–1500 mg/kg között változik, kálium esetén ez a tartomány 1500–2500 mg/kg (Stefanovits et al. 1999, Birkás 2017). Az általunk mért foszfortartalom ebbe a tartományba esik, a káliumtartalom ennél kissé nagyobb. A mérsékelt égövi humid területek talajaiban 1-2% kalcium található (Stefanovits et al. 1999), az általunk mért ≈2,8%-os érték ezt kissé meghaladja. A hazai talajok átlagos „pseudoösszes” magnéziumtartalma általában 200–3000 mg/kg (Stefanovits et al. 1999 szerint 0,5%), a kísérletbe vont talajban ennél több a magnézium.

A hazai talajok 10-40 mg/kg rezet tartalmaznak (Simon, 2014). Az esetünkben mért 37,4 mg/kg-os átlagos koncentráció a maximális értéket közelíti ugyan, azonban ez a talaj a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet határértékei alapján nem tekinthető rézzel szennyezettnek. A cink mért mennyiségét tanulmányozva ismert, hogy a hazai szennyeztelen talajaink 80 százalékában <25-75 mg/kg cink található (Simon, 2014). Mérési eredményeink alapján kijelenthető, hogy a kísérletbe vont talaj cinktartalma (154 mg/kg, ld. 1. táblázat) az országos átlagnál nagyobb, és a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet alapján megközelíti a földtani közeg szennyezettségére vonatkozó 200 mg/kg-os szennyezettségi határértéket.

A 2. táblázat szemlélteti a kísérleti talajban 2018. április 12-én mért toxikuselem-koncentrációit.

2. táblázat. Toxikuselem-koncentrációk a silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) hibridekkel beállított kísérlet talajában (szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018.04.12.).

Potenciálisan toxikus elemek (mg kg ⁻¹ sz.a.)						
As	Cd	Cr	Na	Ni	Pb	
„A” mintavételi hely						
8,35 (0,04)	0,378 (0,003)	94,4 (0,5)	325 (4)	30,5 (0,1)	26,3 (0,04)	
„B” mintavételi hely						
8,45 (0,04)	0,372 (0,004)	97,0 (1,98)	361 (2)	28,8 (0,03)	23,3 (0,1)	
„C” mintavételi hely						
8,07 (0,04)	0,352 (0,03)	99,7 (1,4)	419 (2)	32,8 (0,05)	23,5 (0,1)	
„D” mintavételi hely						
8,36 (0,04)	0,379 (0,003)	101 (2)	380 (3)	30,6 (0,04)	24,4 (0,2)	
Átlag (“A–D”)	8,31	0,370	98,0	371	30,7	24,4
Szórás (“A–D”)	0,16	0,013	2,9	39	1,6	1,4

*HNO₃/H₂O₂ feltárás. n=3. Zárójelben a mérési adatok szórását tüntettük fel.

A hazai talajok 15 mg/kg, 1 mg/kg, illetve 100 mg/kg felett tekinthetők a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet alapján arzénnel, kadmiummal, illetve ólommal szennyezettnek. Az általunk mért értékek jóval kisebbek ezektől a határértékektől. A króm mért koncentrációja meghaladja, a nikkelt kissé megközelíti a fenti rendeletben lefektetett 75 mg/kg-os, illetve 40 mg/kg-os határértékeket (6. táblázat). Az átlagos pseudoösszes nátriumtartalom a hazai talajokban 100–300 mg/kg. Mi ennél kissé nagyobb értékeket mértünk ugyan, de általában csak >300-500 mg/kg nátriumtartalom, illetve 0,05-0,40% vízben oldható só (Stefanovits et al. 1999) gyakorol negatív hatást a növények élettani folyamataira.

Fentiek alapján kijelenthető, hogy a kísérleti talaj elsősorban krómmal szennyezett, illetve jelentős mennyiségben tartalmaz cinket.

A 3. táblázat mutatja be a tápelemek (esszenciális makro- és mikroelemek) felvett mennyiségeit a silócirok különféle szerveiben.

3. táblázat. A tápelemek koncentrációi a silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) szerveiben (szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018).

Elem		Silócirok hibrid	
		Róna 1	GK Balázs
Gyökér (2018.10.11.)			
P	µg g ⁻¹ sz.a.	694 (7)	782 (3)
K	µg g ⁻¹ sz.a.	1559 (19)	1703 (16)
Ca	µg g ⁻¹ sz.a.	2626 (8)	3141 (12)
Mg	µg g ⁻¹ sz.a.	1649 (7)	1926 (9)
Cu	µg g ⁻¹ sz.a.	4,88 (0,04)	6,28 (0,02)
Fe	µg g ⁻¹ sz.a.	190 (3)	235 (2)
Mn	µg g ⁻¹ sz.a.	13,3 (0,1)	16,8 (0,1)
Zn	µg g ⁻¹ sz.a.	91,7 (0,8)	98,2 (0,2)
Szár (2018.06.25.)			
N	m/m% sz.a.	3,397 (0,162)	3,466 (0,378)
P	µg g ⁻¹ sz.a.	4956 (69)	4980 (31)
K	µg g ⁻¹ sz.a.	60593 (972)	55717 (70)
Ca	µg g ⁻¹ sz.a.	5691 (21)	5396 (81)
Mg	µg g ⁻¹ sz.a.	4197 (119)	4004 (40)
Cu	µg g ⁻¹ sz.a.	7,23 (0,06)	7,55 (0,03)
Fe	µg g ⁻¹ sz.a.	59,4 (0,6)	57,9 (0,3)
Mn	µg g ⁻¹ sz.a.	14,2 (0,2)	10,1 (0,2)
Zn	µg g ⁻¹ sz.a.	146 (3)	166 (4)
Levél (2018.06.25.)			
N	m/m% sz.a.	3,655 (0,242)	3,783 (0,121)
P	µg g ⁻¹ sz.a.	4033 (18)	4458 (49)
K	µg g ⁻¹ sz.a.	27998 (67)	31172 (793)
Ca	µg g ⁻¹ sz.a.	4505 (64)	4510 (89)
Mg	µg g ⁻¹ sz.a.	2783 (20)	3219 (31)
Cu	µg g ⁻¹ sz.a.	10,2 (0,2)	11,6 (0,4)
Fe	µg g ⁻¹ sz.a.	135,3 (5,4)	146,2 (5,8)
Mn	µg g ⁻¹ sz.a.	18,2 (0,1)	14,5 (0,2)
Zn	µg g ⁻¹ sz.a.	116,2 (1,1)	128,9 (2,0)
Mag (2018.09.13.)			
P	µg g ⁻¹ sz.a.	2863 (11,4)	3735 (7,6)
K	µg g ⁻¹ sz.a.	3264 (24,7)	3441 (4,7)
Ca	µg g ⁻¹ sz.a.	264 (2,1)	299 (3,1)
Mg	µg g ⁻¹ sz.a.	1432 (33,5)	1685 (21,2)
Cu	µg g ⁻¹ sz.a.	3,49 (0,13)	5,01 (0,03)
Fe	µg g ⁻¹ sz.a.	35,9 (0,71)	40,2 (0,86)
Mn	µg g ⁻¹ sz.a.	9,59 (0,28)	11,7 (0,26)
Zn	µg g ⁻¹ sz.a.	36,6 (0,37)	47,5 (0,06)

n=2 (szár, levél), n=4 (gyökér, mag). Zárójelben a mérési adatok szórását tüntettük fel.

Az adatokból megállapítható, hogy a GK Balázs gyökereiben nagyobb mennyiségű P, K, Ca és Mg halmozódott fel, mint a Róna 1 hibrid gyökereiben. A GK Balázs gyökereinek kalcium- és a magnéziumtartalma 20, illetve 17%-kal nagyobb, mint a Róna 1 hibridé. A foszfortöbbség 13%, a káliumtöbbség pedig 9% a GK Balázs hibrid javára. Hasonló jelenséget figyelhettünk meg a létfontosságú mikroelemek közé tartozó Cu, Fe, Mn és Zn koncentrációi esetén is, melyek konzekvensen a GK Balázs hibrid gyökereiben voltak nagyobbak (3. táblázat).

A szár tápelem-felvételét illetően ez a tendencia részben megfordult, általában a Róna1 hibrid makro- és mikroelem-felvétele volt a nagyobb, főleg a kálium-, kalcium-, magnézium- és mangánfelvétel esetén (3. táblázat).

A gyökerekhez hasonlóan a levelek N-, P-, K-, Mg-, illetve Cu-, Fe-, és Zn-tartalma a GK Balázs hibrid esetén volt nagyobb. Hasonló jelenséget figyeltünk meg a magvak tápelem-

koncentrációiban is, valamennyi megvizsgált makro- és mikroelem mennyisége a GK Balázs hibridben volt nagyobb (3. táblázat).

A növények leveleiben a normál Cu- és Zn-koncentrációk 5-30 és 27-150 µg/g sz.a. tartományban helyezkednek el (Simon, 2014). Az általunk mért réz- és cinktartalom (3. táblázat) is ebbe a tartományba esik. A növények leveleiben a túlzottnak vagy toxikusnak tekintett réz- és cinktartalom 20-100, illetve 100-400 µg/g sz.a. (Simon, 2014). Mindkét silócirok hibrid levelében 100 µg/g-nál több cinket mértünk. Mindez összefüggésbe hozható a talaj átlagnál nagyobb cinktartalmával (1. táblázat).

A 4. táblázatban mutatjuk be a potenciálisan toxikus elemek mennyiségeit a silócirok különféle szerveiben.

4. táblázat. A potenciálisan toxikus elemek (PTE) koncentrációi a silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) szerveiben (szabadföldi kísérlet, Debrecen Lovász-zug, 2018).

PTE µg g ⁻¹	Silócirok hibrid	
	Róna 1	GK Balázs
Gyökér (2018.10.11.)		
As	1,47 (0,09)	1,29 (0,01)
Cd	0,703 (0,004)	0,504 (0,002)
Cr	2,95 (0,03)	2,19 (0,03)
Ni	2,61 (0,02)	1,78 (0,02)
Na	3243 (2)	3540 (3)
Pb	0,931 (0,009)	0,828 (0,003)
Szár (2018.06.25.)		
As	0,128 (0,022)	0,046 (0,003)
Cd	1,32 (0,01)	1,66 (0,01)
Cr	0,330 (0,006)	0,472 (0,006)
Ni	1,51 (0,06)	1,54 (0,01)
Na	22,6 (0,2)	29,3 (0,1)
Pb	0,212 (0,001)	0,175 (0,002)
Levél (2018.06.25.)		
As	0,202 (0,009)	0,315 (0,003)
Cd	0,553 (0,008)	0,635 (0,008)
Cr	0,259 (0,003)	0,442 (0,006)
Ni	0,547 (0,030)	1,004 (0,005)
Na	20,5 (0,42)	18,2 (0,14)
Pb	0,140 (0,002)	0,133 (0,001)
Mag (2018.09.13.)		
As	0,091 (0,005)	0,077 (0,001)
Cd	0,037 (0,002)	0,028 (0,004)
Cr	0,309 (0,005)	0,299 (0,002)
Ni	0,100 (0,002)	0,077 (0,008)
Na	5,82 (0,04)	7,19 (0,10)
Pb	0,084 (0,002)	0,077 (0,002)

n=2 (szár, levél), n=4 (gyökér, mag). Zárójelben a mérési adatok szórását tüntettük fel.

A növények leveleiben a normális As, Cd, Cr, Ni, és Pb koncentrációk 1-1,7; 0,05-0,2; 0,1-0,5; 0,1-5; illetve 5-10 µg/g sz.a. tartományban helyezkednek el (Simon, 2014). Az általunk mért értékek (4. táblázat) is ebbe a tartományba esnek. A növények leveleiben a túlzott vagy toxikus koncentrációk az alábbiak: As–5-20; Cd–1-5, Cr–5-30, Ni–10-100, és Pb–30-300 µg/g sz.a. (Simon, 2014). Annak ellenére, hogy a kísérleti talajunk krómmal szennyezettnek tekinthető (2. táblázat), a silócirok hibridek szerveinek krómfelvétele (4. táblázat) egyáltalán nem volt jelentős. A króm a talaj-növény rendszerben nem mozog, az ún. transzfer koefficiense alacsony: 0,01-0,1 (Simon, 2014). A nátrium elsősorban a gyökerekben akkumulálódott, a föld feletti szervek nátriumfelvétele nem volt jelentős (4. táblázat).

Következtetések

Méréseink alapján megállapítottuk, hogy egy rekultivált szennyvízülepítő takarótalaján termesztett GK Balázs silócirok hibrid intenzívebb ásványi anyagcserét folytat, mint a Rónai 1 hibrid. A GK Balázs silócirok hibrid a növények számára létfontosságú makroelemekből (P, Ca, K, Mg), illetve mikroelemekből (Cu, Fe, Mn, Zn) fajlagosan (egy gramm szárazanyagra vonatkoztatva) 10,3%-kal többet vett fel a leveleiben és 17,1%-kal többet a magtermésében, mint a Rónai 1. A növények szárában ez a tendencia fordított volt, itt a Rónai 1 hibridben mértünk 7,6%-kal több tápelemet. A krómmal és cinkkel mérsékelt szennyezett talajból a GK Balázs vett fel több krómot és cinket a föld feletti szerveiben (szár, levél). A többi megvizsgált potenciálisan toxikus elemről (As, Cd, Cr, Ni, Na, Pb) szintén a GK Balázs hibrid akkumulált 12,7%-kal többet, mint a Rónai 1. Feltételezhető tehát, hogy egy toxikus elemekkel mérsékelt szennyezett talaj fitoremediációja (növényekkel történő talajtisztítása), fitoextrakciója (a toxikus elemek egy részének a növények föld feletti szerveibe történő áthelyezése) során a GK Balázs silócirok hibrid termesztése eredményesebb lehet, mint a Rónai 1 hibridé.

Összefoglalás

Szabadföldi mikroparcellás kísérletben hasonlítottuk össze két silócirok hibrid szerveinek (gyökér, szár, levél, mag) tápelem- (P, Ca, K, Mg, illetve Cu, Fe, Mn, Zn) felvételét és potenciálisan toxikus elem (As, Cd, Cr, Ni, Na, Pb) akkumulációját. A növényeket egy rekultivált szennyvízülepítő-rendszer talaján (pH-H₂O 7,72; pH-KCl 7,30; összes só: 0,057 m/m%, CaCO₃ 2,25 m/m%, humusz 2,27 m/m%, Arany-féle kötöttségi szám 38) termesztettük Debrecen Lovász-zugban. A talaj krómmal (98,0 mg/kg) szennyezett, és az átlagnál jóval több cinket (154 mg/kg) tartalmaz. A növényi szervek ICP-OES technikával elvégzett elemanalízise alapján megállapítottuk, hogy a GK Balázs silócirok hibrid intenzívebb ásványi anyagcserét folytat, mint a Rónai 1 hibrid. Szárában és levelében nagyobb volt a króm és a cinktartalom, illetve a többi potenciálisan toxikus elemről (As, Cd, Cr, Ni, Na, Pb) szintén a GK Balázs hibrid akkumulált 12,7%-kal többet, mint a Rónai 1.

Kulcsszavak: silócirok, szabadföldi kísérlet, szennyezett talaj, táp- és toxikuselem-felvétel

Köszönetnyilvánítás

A kísérlet során tanulmányozott két silócirok hibrid szaporítóanyagát (kicsépett, csávázott magvakat) Dr. Palágyi Andrea (Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged, ciroknemesítési csoportvezető) bocsátotta rendelkezésünkre. Köszönjük Dr. Tózsér Dávidnak (Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék), hogy segítséget nyújtott a mintavételi helyek kijelöléséhez és azok földrajzi koordinátáinak megállapításához. A talaj- és növényminták elemvizsgálását a Debreceni Egyetem Agrárműszerközpontjában Prof. Dr. Pusztahelyi Tünde és munkatársai végezték el. A kutatómunkát a GINOP 2.2.1-15-2017-00042 „K+F versenyképességi és kiválósági együttműködések” program keretén belül „A Pannon régió növényeinek genetikai hasznosítása” c. pályázat támogatta.

Irodalom

- Ábrahám É. B., 2019. Silócirok. [In: Pepó, Péter (szerk.) Integrált növénytermesztés 3: Alternatív növények]. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 227-231.
- Ali, A. – Guo, D. – Mahar, A. – Wang, P. – Ma, F. – Shen, F. – Zhang, Z.: 2017. Phytoextraction of toxic trace elements by *Sorghum bicolor* inoculated with *Streptomyces pactum* (Act12) in contaminated soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 139, 202–209.
- Angelova, V.R. – Ivanova, V. – Delibaltova, A. – Ivanov, K.I.: 2011. Use of Sorghum crops for *in situ* phytoremediation of polluted soils. *Journal of Agriculture Science and Technology A* 1, 693–702.
- Birkás M. (szerk.), 2017. Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest.

- Internet 1. <https://www.debrecei-vizmu.hu/hirek/megszunik-a-lovasz-zugi-es-a-vekeri-tavi-foldmedru-szenyvizisztito-to> (megtekintve 2025. június 29.)
- Internet 2. <http://www.psoft.hu/szolgáltatások/eov-wgs84-gps-koordinata-atszamitas.html> (megtekintve 2025. június 22.)
- Internet 3. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_met002.html (megtekintve 2025. június 22.)
- Jamali, M. K. – Kazi, T. – Arain, M.B. – Afridi, H.I. – Jalbani, N. – Sarfraz, R.A. – Baig, J.: 2008. A multivariate study: variation in uptake of trace and toxic elements by various varieties of *Sorghum bicolor* L. Journal of Hazardous Materials, 158, 644–651.
- Mélyépterv C.E. Kft.: 2011. Debrecen Lovász-zugi tőrendszerek rekultivációs munkái, Tervszám: 667-4/11. Mélyépterv CE Kft., Budapest (kézirat).
- NÉBIH (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal): 2018. Nemzeti fajtajegyzék. Szántóföldi növények. NÉBIH, Budapest. p. 23., p. 39.
- Siklósiné Rajki E. – Harmati I.: 2001. Silócirok. [In: Radics László (szerk.). Alternatív növények termesztése I.]. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 301-315.
- Simon L.: 2004. Fitoremediáció. Környezetvédelmi Füzetek. Azonosító: 2318. BMKE OMIKK, Budapest. pp. 1-59.
- Simon, L. 2014. Potentially harmful elements in agricultural soils. [In: Bini, C., & Bech, J. (eds.) PHEs, Environment and Human Health. Potentially Harmful Elements in the Environment and the Impact on Human Health]. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London. pp. 85–137, 142–150.
- Simon L. et al.: 2021. „Komplex technológia szennyvízüledékek fitoremediációjára, illetve toxikus elemekkel enyhén szennyezett talajú területek rekultivációjára, bioenergetikai hasznosítására vonatkozóan”. Kutatási jelentés. Készült a Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszéke számára a GINOP-2.2.1-15-2017-00042 azonosító számú „A Pannon régió növényeinek genetikai hasznosítása” című pályázat keretein belül. Nyíregyházi Egyetem, pp. 1-227.
- Simon, L. – Uri, Zs. – Vigh, Sz. – Irinyiné Oláh, K. – Makádi, M. – Vincze, Gy.: 2022. Phytoextraction of potentially toxic elements from wastewater solids and willow ash – experiences with energy willow (*Salix triandra* x *S. viminalis* 'Inger'). [In: Puthur, J.T., Dhankher, O.P. (eds.) Bioenergy Crops: A Sustainable Means of Phytoremediation, Chapter 13., 1st ed.]. CRC Press/Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, pp. 227-245.
- Simon L. – Uri Zs. – Vigh Sz. – Vincze Gy. – Irinyiné Oláh K.: 2023. Szilfélék passzív és indukált toxikus elem-felvételének vizsgálata szennyvízüledékkel szennyezett talajból tenyészedényes kísérletben. [In: Makádi M., Tóth G., Bertóti R. D. (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés “Talajtani kutatás és oktatás a digitális mezőgazdaság korában”. Szegedi Tudományegyetem – Mezőgazdasági Kar; Hódmezővásárhely. 2022. szeptember 1-3.]. Talajvédelem. Talajvédelmi Alapítvány, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Magyar Talajtani Társaság, pp. 188-203.
- Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy. 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Tőzsér, D. 2018. Nehézfémekkel szennyezett talajok fitoremediációjának vizsgálata (egyetemi doktori (PhD) értekezés). Debreceni Egyetem, Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola. pp. 1-148.
- Tőzsér, D. – Harangi, S. – Baranyai, E. – Lakatos, G. – Fülöp, Z. – Tóthmérész, B. – Simon, E. 2018. Phytoextraction with *Salix viminalis* in a moderately to strongly contaminated area. Environmental Science and Pollution Research, 25, 3275–3290.
- Yuan, X. – Xiong, T. – Yao, S. – Liu, C. – Yin, Y. – Li, H., – Li, N.: 2019. A real field phytoremediation of multi-metals contaminated soils by selected hybrid sweet sorghum with high biomass and high accumulation ability. Chemosphere, 237, 124536.
- 6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről (https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0900006.kvv - Wolters Kluwer)

NUTRIENT AND TOXIC ELEMENT UPTAKE IN SILAGE SORGHUM ORGANS FROM A MODERATELY CONTAMINATED SOIL

László Simon, Katalin Irinyiné Oláh, György Vincze, Szabolcs Vigh, Edit Kosztyuné
Krajnyák, Zsuzsanna Uri, Béla Szabó

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
simon.laszlo@nye.hu

Summary

The nutrient uptake (P, Ca, K, Mg, and Cu, Fe, Mn, Zn) and the accumulation of potentially toxic elements (As, Cd, Cr, Ni, Na, Pb) in the organs (roots, stems, leaves, seeds) of two silage sorghum hybrids was compared in an open-field micro-plot experiment. The plants were grown in a loamy texture soil (pH-H₂O 7.72; pH-KCl 7.30; total salt: 0.057 m/m%, CaCO₃ 2.25 m/m%, humus 2.27 m/m%) of a reclaimed wastewater sedimentation system located in the Lovász-zug area of Debrecen. The soil was contaminated with chromium (98.0 mg/kg) and contained a significantly higher than average amount of zinc (154 mg/kg). Based on elemental analysis of the plant organs performed using ICP-OES technology, it was found that the GK Balázs hybrid exhibited more intensive mineral metabolism than the Róna 1 hybrid. Its stems and leaves contained higher levels of chromium and zinc, and from other potentially toxic elements (As, Cd, Cr, Ni, Na, Pb) also the GK Balázs hybrid accumulated 12.7% more than Róna 1. It can therefore be assumed that in the phytoremediation (soil cleansing using plants) or phytoextraction (the transfer of some toxic elements into the above-ground parts of plants) of moderately contaminated soils, the cultivation of the GK Balázs silage sorghum hybrid may be more effective than that of the Róna1 hybrid.

Keywords: contaminated soil, nutrient and toxic element uptake, silage sorghum hybrids

ŐSZI KALÁSZOS GABONAFAJOK VEGETATÍV HOZAMA KASZÁLÁSI KÍSÉRLETBEN

SIPOS Tamás¹ – GYÖRGYI Gyuláné¹ – HENZSEL István¹ – SZABÓ Béla²

¹ Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza Westsik V. út 4-6. sipost@agr.unideb.hu

² Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/b.
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.22>

Bevezetés

A szálatakarmány növények a növényevő haszonállatok alaptakarmányai, melyek közvetlenül zöldtakarmányként, vagy közvetve, erjesztve, illetve szárítva kerülnek felhasználásra. A szálatakarmányként hasznosítható növényfajok köre rendkívül széles. A gabonafélék döntő többsége is megfelelő egy bizonyos fenofázisig tömegtakarmányozási célra, ez általában a virágzat megjelenésének ideje. Az őszi vetésű kalászos gabonafajok szálatakarmányként való hasznosításának hazai körülmények között nagy előnye, hogy vetésük rugalmas, a téli csapadékot jól hasznosítják, így egy szárazabb tavaszi időjárás mellett is megbízható hozamot adnak. A takarmánytermelés gazdaságosságának egyik elsődleges meghatározó tényezője az egyes fajok vegetatív hozama.

A Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet kisvárdai kísérleti telepén négy őszi kalászos gabona vegetatív hozamát vizsgáltuk kisparcellás kaszási kísérletben. Célunk a négy gabonafaj betakarítási időpontjának meghatározása, amikor eléri a betakarítás időpontjának kitűzött fejlettségi állapotot, illetve ebben az időpontban a zöld- és szárazanyag-hozamok meghatározása volt.

Irodalmi áttekintés

A klímaváltozás okozta kihívások szempontjából ideálisak azok az őszi vetésű tömegtakarmányok, amelyek képesek hasznosítani a téli csapadékot és a nyári hőség előtt betakarításra kerülnek, valamint nagy az emészthető nyersrost tartalmuk. Ezen növények termesztésével csökkenthető a takarmány előállításának kockázata (Simon, 2022). Az őszi kalászosok ebből a szempontból kiváló lehetőséget teremtenek szálatakarmány előállításra. A rozs és az őszi búza zöldtakarmányként való felhasználása régóta ismert, ezek a növények a klasszikus őszi takarmánykeverékek alkotóelemei, de erre a célra új gabonafajok is alkalmasak. A tritikále hazánkban elsősorban abraktakarmányként terjedt el, de étkezési célú felhasználása mellett szálatakarmány célú hasznosítása is növekedőben van. A növény térhódítása a savanyú homoktalajokon is megtörtént, a tritikále a rozs mellett a Nyírség jelentős gabonájává vált (Kosztuné et al. 2023). Az évelő rozs szintén elsősorban a gyenge talajadottságú területeken terjedt el, ahol már kevés haszonnövény termeszthető gazdaságosan. A hazai évelő rozs fajták elsősorban vegetatív biomassza előállítására lettek nemesítve, a fajhibrid kiváló bokrosodó képessége, jelentős zöldhozama elsősorban nagy hozamú legelőkben, kaszálóknak, vadlegelőkben hasznosítható (Sipos et al. 2021).

Az őszi kalászosok szálatakarmány célú hasznosításának vizsgálatából hazai és nemzetközi kutatási eredmények is születtek. Neumann et al. (2019) öt őszi gabonafaj szálatakarmány-hozamát és jövedelmezőségét hasonlították össze. Vizsgálatukban a rozs és a tritikále mutatták a legmagasabb száraz biomassza-hozamot. Az erjesztett szálatakarmány célra vetett őszi gabonafélék optimális kaszási idejének meghatározása nemcsak a kedvező takarmányérték, hanem az erjedés minősége szempontjából is nagy jelentőséggel bír (Song et al. 2012).

Anyag és módszer

Szántóföldi kísérletünket a 2019/2020 tenyészévben végeztük a Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet kisvárdai kísérleti telepén (48°14.14' N, 22°06.79' E; 106 m). A kísérlet helye II. szántóföldi termőhelyi kategóriába tartozik. Területének talajtípusa savanyú

kémhatású, közepes nitrogén ellátottságú, vályogos barna erdőtalaj (1. táblázat). Az elővetemény szőszösbükköny volt.

1. táblázat: A kísérletek talajának főbb jellemzői a termőrétegben

Talajtípus	Barna erdőtalaj
Arany féle kötöttségi szám	35
pH KCl	4,86
Humusz %	1,52
NO ₂ +NO ₃ N (mg/kg) (KCl)	8,03
P ₂ O ₅ (mg/kg) (Al)	465
K ₂ O (mg/kg) (Al)	236
Összes sőtartalom (m/m%)	<0,02
CaCO ₃ (m/m%)	-

A vizsgálatban négy gabonafaj 18 fajtája, illetve nemesített törzse szerepelt: két őszi rozs, egy évelő rozs, kilenc őszi tritikále fajta és hat őszi búza törzs. A homogén őszi búza törzsek nagy vegetatív hozam előállítására lettek létrehozva. A termesztési gyakorlatnak megfelelően az évelő rozs 4 millió csíra/ha, a rozsok és a tritikálék 4,5 millió csíra/ha, a búzák pedig 5 millió csíra/ha töszámmal kerültek elvetésre. A kezeléseket négyismétléses véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A parcellaméret 1,65 m x 9,2 m volt. A betakarítás valamennyi fajnál egyedileg a kalászosítás kezdetén, BBCH-skála szerint 52 fenológiai stádiumban történt kézi kaszálással. A zöldhozam megállapításához a teljes parcellatermés súlyát mértük, a szárazanyag-hozam számításához a szárazanyag-tartalmat a növényi mintákon szárítószekrényben határoztuk meg. Az adatokat IBM SPSS Statistics 23 programcsomaggal értékeltük.

Eredmények és értékelésük

A vizsgált kalászos fajok különböző időpontban érték el a szalastakarmány célra alkalmas optimális betakarítási állapotot (2. táblázat). A két rozs fajtát a legkorábbi időpontban lehetett kaszálni, a tritikále fajtát 11-12, a búza törzsek pedig 19-22 nappal később kezdték a kalászosítást. A legkésőbbi időpontban az első éves évelő rozsot lehetett betakarítani, az egyéves rozsokat követően egy hónappal. Megállapítottuk, hogy betakarításkor az évelő rozs érte el a legnagyobb növénymagasságot (140,2 cm), melyet az őszi rozs (106,6 cm), a vegetatív búzatörzsek (96,1 cm), és végül a tritikále fajták átlaga (83,1 cm) követett. A zöld- és a szárazanyag-hozam nem állt korrelációban a növénymagassággal. A betakarított zöldtömege közel azonos volt az egyéves rozs (37,6 t/ha) és a tritikále (37,4 t/ha) fajták átlagának, a vegetatív őszi búza törzsek zöldtermése ennél alacsonyabb volt (30,1 t/ha). A szárazanyag-hozamok esetében a kalászosítás kezdetén nem találtunk szignifikáns eltérést a három egyéves gabonafaj között (őszi búza 6,7 t/ha, őszi tritikále 6,3 t/ha, őszi rozs 6,2 t/ha). Az évelő rozs a négy gabonafaj közül a legalacsonyabb zöld- és szárazanyaghozamot állította elő (26,1 t/ha zöld- és 5,4 t/ha szárazanyag-termés).

2. táblázat: Kaszálási kísérlet mérési eredményei

Faj	Fajtaszám	Kaszálás időpontja BBCH 52	Növénymagasság átlag betakarításkor (cm)	Zöldhozam átlag (t/ha)	Szárazanyag-hozam átlag (t/ha)
Őszi rozs	2	05.07.	106,63 ^b	37,63 ^b	6,17 ^b
Évelő rozs	1	06.08.	140,25 ^c	26,10 ^a	5,39 ^a
Őszi tritikále	9	05.18-19.	83,14 ^a	37,36 ^b	6,26 ^b
Őszi búza	6	05.26-29.	96,08 ^b	30,09 ^a	6,73 ^b

Következtetések

Különböző kalászos fajok vetésével a betakarítás idejét széles tartományba szét lehet húzni. Legkorábban az őszi rozs éri el a kaszáláshoz optimális állapotot, a május eleji betakarítása pedig lehetővé teszi rövid tenészedejű másodnövény vetését a rozs után. A kettős termesztés jelentősen megnöveli egy adott területen előállított takarmánymennyiséget, amelynek különösen a kevés szántóval rendelkező gazdaságokban van jelentősége.

Az évelő rozs legnagyobb növénymagasságával a négy gabonafaj közül a legalacsonyabb zöld- és szárazanyaghozam társult. Korábbi eredményeink szerint az évelő rozs ekkor éri el a zöldhozamának maximumát, a kalászoslaskor történő kaszálás viszont kedvezőtlenül hat az évelő rozs hasznos élettartamára, ezért ha több éves hasznosítás a cél, a kaszálást egy korábbi fenofázisban, 10-14 nappal korábbra érdemes időzíteni (Sipos T., Zsombik L. 2017)

Összefoglalás

Az eredményeink azt mutatják, hogy a vizsgált őszi kalászos növényfajokkal a zöldtakarmányozási időszak 1 hónapra is széthúzható. A bemutatott gabonafélékkel szántóföldi vetésforgóban is nagy mennyiségű egyszikű szálastakarmány állítható elő, a területet nem kell több évre egy kultúrával lekötöni, az őszi kalászosok ráadásul megbízható hozamot állítanak elő a téli csapadék hasznosításával. Az évelő rozs elsősorban a kedvezőtlenebb talajadottságú területekre ajánlott, ahol a betakarítási időpont helyes megválasztásával alacsony költségfordítással éveken át termesztethető.

Kulcsszavak: rozs, évelő rozs, tritikále, búza, vegetatív hozam

Irodalom

- Kosztyné K. E. - Szabó B. - Csabai J. - Tóth Cs. - Irinyiné O. K. - Vágvolgyi S. - Pepó P.: 2023. A szöszösbükköny (Vicia villosa Roth.) és a tritikálé (X Triticosecale Wittmack) jelentősége a fenntartható biológiai talajvédelemben a Nyírségben. NÖVÉNYTERMELES 72 : 1 pp. 1-19.
- Neumann, M. - Dochwat, A. - Horst, E. H. - Venancio, B. J. - Santos, J. C. - Heker Junior, J. C. - Pereira e Silva, E.: 2019. Productivity, profitability and nutritional quality of forage and silage of winter cereals. May 2019 SEMINA: CIENCIAS AGRARIAS 40(3):1275, DOI:10.5433/1679-0359.2019v40n3p1275
- Simon E.: 2022. Többkomponensű keverékszilázsok fermentációjának in vivo vizsgálata. Diplomadolgozat, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus
- Sipos T. - Zsombik L.: 2017. Dry matter yield of pure and mixed stands of perennial rye (Secale cereale x S. montanum) and alfalfa or bird's-foot trefoil. Acta agronomica Óváriensis 58 : 2, 3-15; 2017
- Sipos, T. - Henzsel, I. - Györgyi, G.: 2021. A "Kriszta" évelő rozs (Secale cereale L. x Secale montanum Guss.) fajta takarmányhozama kaszálási kísérletben. In: Óshonos- és Tájfajták - Ökotermékek - Egészséges táplálkozás - Vidékfejlesztés Minőségi élelmiszerek - Egészséges környezet - Fenntartható vidéki gazdálkodás: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században. Szerk.: Tóth Csilla, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, 45-52, 2021. ISBN: 9786156032409
- Song, T. H. - Park, T. I. - Han, O. K. - Kim, K. J. - Park, K. H.: 2012. Feed value and fermentative quality of haylage of winter cereal crops for forage at different growing stages. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science, 32(4), 419-428.

VEGETATIVE YIELD OF AUTUMN CEREAL SPECIES IN A MOWING EXPERIMENT

Tamás Sipos¹, Gyuláné Györgyi¹, István Henzsel¹, Béla Szabó²

¹University of Debrecen, CAES Research Institute of Nyíregyháza
H-4400 Nyíregyháza, Westsik V. Str. 4-6.

²University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

Summary

At the Kisvárda experimental site of the Nyíregyháza Research Institute of the University of Debrecen, we investigated the vegetative yield of four winter cereal grains in a small-plot mowing experiment. Our aim was to determine the harvest date of the four cereal species when they reach the development stage set for the harvest date, and to determine the green and dry matter yields at this time.

The examined cereal species reached the optimal harvest condition suitable for roughage purposes at different times. Winter rye can be mowed at the earliest, and harvesting in early May allows the sowing of a short-growing second crop after rye. Double cultivation significantly increases the amount of fodder produced in a given area, which is especially important on farms with little arable land.

In the species examined in the experiment, the green and dry matter yields were not correlated with plant height. The harvested green mass was almost the same as the average of annual rye and triticale varieties, while the green yield of winter wheat was lower. In the case of dry matter yields, no significant differences were found among the three annual cereal species. The highest plant height of perennial rye was associated with the lowest green and dry matter yields of the four cereal species.

Keywords: rye, perennial rye, triticale, wheat, vegetative mass production

KÜLÖNBÖZŐ TŐSZÁMMAL VETETT CSEMEGEKUKORICA TERMÉSELEMEINEK VIZSGÁLATA A TIMÁRI CSEMEGE SZÖVETKEZETBEN

SZABÓ Béla¹ – SZABÓ Miklós² – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit¹ – GYÖRGYI Gyuláné³ –
CSABAI Judit¹

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti
Tanszék, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b., e-mail: szabo.bela@nye.hu

²Vetőmag és Szárító Kft. 4466 Timár Szabadság u. 2. e-mail: szabo.miklos@vetomagecsszarito.hu

³Debreceni Egyetem AKIT, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos 4-6. e-mail: gyorgyine@agr.unideb.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.23>

Bevezetés

A csemegekukorica termesztés során ma még nem általánosan használtak az új digitális megoldások, melyek a szántóföldi növénytermesztés más területein bevezetésre kerültek. A kutatás célja, hogy a ma már általánosan használt műholdas NDVI felvételek miként használhatók a csemegekukorica termesztés során. A kutatás célja, hogy a Timári Csemege Szövetkezet által termelt 2 standard szuperédes csemegekukorica fajta esetében tudunk-e összefüggést találni a tőszám és az csemegekukorica érettsége és hozama között.

A vizsgálatban a 2 standard szuperédes csemegekukorica fajta esetében 2-2 táblán négyféle tőszámmal folyt a kísérlet (egy táblán mindkét fajtát vizsgáltuk, a másik két helyszínen 1-1 fajta 4 különböző tőszámmal került elvetésre).. A helyszínen mért felvételezési adatok alapján következtetéseket vontunk le az optimális tőszám beállításra vonatkozóan

Irodalmi áttekintés

A csemegekukorica (*Zea mays L. convar. saccharata* Koern.) dél-amerikai eredetű, (Mangelsdorf, 1974). Daniel (1978) és Hodossi (2004) szerint bizonyos, hogy a perui Chullpi rassz az összes napjainkban termesztett csemegekukorica őse és egy sokkal primitívebb alak nemesített leszármazottjának tekintik. Perutól északra is, és délre is elterjedt. Minél messzebb került eredeti helyétől, annál jobban megnyúlt a cső alakja. Az alakváltozás folyamatossága északi és déli irányban egyaránt nyomon követhető, a csúcs és az alapi rész jellegzetessége alapján. A csemegekukorica a takarmánykukoricánál jóval később, csak 1779-ben került Európába Bagnell Richárd révén (Somos, 1967). Magyarországi termesztése 1973-ban kezdődött a Hosszúhegyi Állami Gazdaságban 50 ha-on, majd 1976-ban a Kalocsai Állami Gazdaság is csatlakozott (Fátray, 1980). A legfrissebb KSH 2023-as adatok szerint Magyarországon a csemegekukorica vetésterülete 31 000 hektár volt. Ebből a termés döntő többsége, mintegy 90–95%-a feldolgozóiparba, elsősorban konzerv- és hűtőipari felhasználásra került. A fennmaradó 5–10% frisspiaci értékesítésre, illetve export célokra szolgál. A 2024-es évre vonatkozó hivatalos statisztikai adatok még nem állnak rendelkezésre. Exportunkat Thaiföld veszélyezteteti leginkább az alacsony áraival, ami úgy lehetséges, hogy egész évben termelhetnek, azaz évente háromszor takarítanak be. A másik veszélyforrás, hogy a trópusokra nemesített fajtákkal javították állományukat, így a konzerveik minősége megfelel az EU normáknak (Rimóczi, 2004).

A kukorica azon kevés kultúrnövények közé tartozik, amelyek monokultúrában is termesztethetők, de 4-5 év egy helyben történő termesztés után indokolt a vetésváltás. A monokultúrának számos hátránya van, csökken a termésbiztonság, gyomnövények, betegségek, állati károsítók elterjedése, így intenzívebb növényvédelemre szorul. Létrejön egy úgynevezett talajuntság, amely a tápanyag és mikroelem hiány, növénykórtani okok, talajban lévő makro- és mikroorganizmusok fajszerkezetének csökkenése, illetve a talajban lebomló növényi részek toxikus hatásai. A csemegekukorica korán lekerülő, kevés szár maradványt hagyó növények után lehet számukra kialakítani a legmegfelelőbb talajállapotot, mely a jó termés egyik alapfeltétele (Perczes, 1999).

A talaj előkészítése az elővetemény lekertülése után tarlóhántással kezdődik, melynek elsődleges célja a nyárvégi csapadék befogadása (Birkás, 2006). A tarlóhántás során lazított talajréteg megkönnyíti az őszi mélyszántást, mivel felveszi és átengedi a csapadékot a mélyebb (Terbe et al., 2004). A csemegekukorica érzékeny az „betegségre”, ezért 3-5 évente célszerű egy közép-mély lazítást elvégezni (Perczes, 1999). Tavasszal, szántás elmunkálással, talaj lezárással kezdünk nehéz fogasboronával. Amint lehetséges porhanyítsuk a talajfelszínt, ami szintén csökkenti a vízvesztést, és emellett gyomirtó hatású is (Tiborcz, 1972). Ha lehetőség van rá közvetlen vetés előtt kombinátorral végezzük el a magágykészítést (Menyhért, 2004). Ha késői fővetésű csemegekukoricánk van, akkor figyelni kell a terület talaj vízkészletére, illetve ügyelni kell a gyommentességére. A trágyázásnak, a tápanyag utánpótlásnak a legfontosabb előfeltétele a talajunk, talaj adottságainak a részletes megismerése, melyet talajminta vétellel és vizsgálatával tudunk elérni. Talajvizsgálat segítségével és a növények tápanyaigényével könnyen kiszámíthatók, hogy milyen adagok, és milyen tápelemek szükségesek (Orosz, 2009). A szakirodalmak nagy része az istállótrágyának sok pozitív hatást tulajdonít, például mikro és makroelem tartalma miatt, illetve talaj szerkezetének javítása miatt. Az 1960-as években jellemzően így termelték a zöldségnövényeket, azonban már gazdasági okok miatt ez már kevésbé jellemző. A kukorica meghalálja a szerves trágyázást (25–30 t/ha) (Hodossi, 2004). A három tápelem közül a legfontosabb megemlíteni a nitrogént, a felvételét befolyásolja a vízellátás, talajművelés, trágyázás és a tőszám (Nagy, 2006).

Csemegekukoricánál a normálédes fajták vetését azonnal megkezdhetjük, amint a talaj hőmérséklete a vetési mélységben tartósan 10 °C fölé emelkedik. Ha a talaj hőmérséklete a várható időpont után 7–10 nappal sem éri el a megfelelő értéket, akkor ettől függetlenül a vetést el kell kezdeni, mert még az esetleges újra vetés költségei is kisebbek, mint a későbbi vetésből eredő terméskiesés (Menyhért, 1985). A kelés és a csíranövény fejlődésének időszakában uralkodó hideg a fiatalkori fejlődés elhúzódását, a tenyészidő kitolódását eredményezi (Keszthelyi, 2005). A vetés mélysége kötöttebb talajon 4–5 cm, homoktalajon 6–7 cm (Perczes, 1999). Szuperédes csemegekukorica fajtáknál célszerű megvárni a 15 °C talajhőmérsékletet. A vetés mélysége közepkötött talajon 2–3 cm, homoktalajon 3–4 cm. Erre, azért van szükség, mert a szuperédes fajták lényegesen kevesebb tartalék tápanyagot tartalmaznak, és a csíranövény kifulladás előtt önellátóvá válna (Nigicser, 2001). Az USA-ban 96 cm, Magyarországon a 70–76 cm sortávolság terjedt el. A tőtávolság 13–16 cm között változik, ami 60–80 ezer tőnek felel meg hektáronként (Hodossi, 2004). A másodvetésű csemegekukorica fajták hozama általában alacsonyabb és a szemek cukortartalma is alacsonyabb, de lassabban öregsznek az alacsonyabb hőmérséklet miatt, valamint szeptember közepétől újra nő az értékesítési ár. Olyan fajtákat érdemes előtérbe helyezni, amelyek jól szakaszolhatók és a csíkos mozaikvírussal szemben ellenállóak vagy toleránsak. (Rimóczi, 1998).

Magyarország éghajlatára a csapadékhiányos időszakok a jellemzőek. A csemegekukorica igen érzékeny a vízhiányra, így folyamatos vízellátást igényel. Ha a kukoricát kifejtett állapotban érné a vízhiány, akkor már vízpótlással sem lehet megfelelő termést elérni (Cseh, 1998). Ügyelni kell arra, hogy gyökerek fejlődésekor ne kapjon sok vizet a csemegekukorica, mivel nem fognak mélyre hatolni a gyökérzet hajszálei, így nem fogja tudni a mélyebb rétegekben lévő vizet hasznosítani (Perczes, 1999). A csőkezdemények differenciálódása 6-8 leveles állapotban kezdődik, és ha ilyenkor lép fel vízhiány, kisebb csövek fejlődnek, illetve lelassul a növény fejlődése, az érésidő is kitolódhat (Nigicser, 2001).

A csemegekukorica teljes kifejlődéséhez igen nagy mennyiségű tápanyagot igényel, amelyeket műtrágyázással kell pótolni. A takarmánykukoricához képest kevesebb nitrogént, viszont több foszfort, káliumot és cinket igényel (Térmeg, 2004). A kukorica tápanyagfelvételének dinamikája szoros összefüggést mutat a növény fejlődési szakaszaival (Nagy, 2007). A nitrogén különösen fontos a zöldtömeg és a termés hozam szempontjából. Csírázáskor a N-felvétel mennyiségileg nem nagy, de intenzív, mivel ekkor mobilizálódik a szem tartalékfehérje (Arnon, 1975). A N-felvételt befolyásolja a talaj nitrogénformája, a talajnedvesség, valamint a P- és K-ellátottság szintje. A szem nitrogénjének fele a korábban a hajtásokba beépült Nitrogénből szállítódik át

(Nagy, 2006). A nitrogénadag nagyságát a termőhelyi adottságok, a vízellátás, a fajták és az elővetemények befolyásolják (Bocz és Nagy, 2003). A megfelelő nitrogénellátás csak jó vízellátottság mellett növeli jelentősen a terméshozamot (Löke et al., 2003). A foszfor fontos szerepet játszik a gyökérfejlődésben, a megtermékenyülésben és a szemképződésben (Vance et al., 2003). A szemképződés során elengedhetetlen, hogy a 4–6 leveles állapottól a virágzásig folyamatosan rendelkezésre álljon elegendő foszfor (Nagy, 2006). Hiánya gátolja a gyökér- és szár fejlődést, késlelteti a virágzást, míg túladagolása növeli a fattyak számát. A kálium kiemelkedő szerepet játszik a növény vízháztartásában, a keményítőképzésben, a fotoszintézisben és a légzésben (Orosz, 2009). A kalciumfelvétel a hajtásrészek növekedése idején intenzív, de a szemképződéskor leáll. A kalcium a gyökérzónában a talaj morzsás szerkezetének kialakításában is fontos szerepet játszik. A kukorica érzékeny a mészhiányra, így 1% alatti mésztartalom esetén a talaj meszezése javasolt (Terbe, 2000). A magnéziumfelvétel az egész tenyészidőben folyamatos, érésig tart. A cink hiánya a növekedési hormonok működését zavarja, míg a mangán és vas hiánya a fehérjeszintézist gátolja (Nagy, 2006). A hazai szakirodalom bár sokszor foglalkozik a csemegekukorica termesztésével, de összekapcsolva nem találhatunk hazai irodalomban adatokat, ahol a precíziós gazdálkodásban általánosan használt képkalkotási módszereket és csemegekukorica termesztés összekapcsolódna. Néhány angol nyelvű irodalom már összefüggéseket bizonyít be a különböző technológiai paraméterek és a különböző távérzékeléssel elérhető indexek között Carlson és mtsai 1997; Lykhovyd és mtsai 2019; Milics 2008; Sinka és mtsai 2002).

Anyag és módszer

A vizsgálatban a GSS6924 és a Messenger csemegekukorica fajták szerepeltek.

Kísérletünket 2024-ben a Tiszaeszlár határában elhelyezkedő Talyigás és Erdős féle elnevezésű táblákon, valamint Gávavencsellő határában lévő Bacsikai táblán állítottuk be.

1. táblázat. A kísérleti táblák talajvizsgálati eredményei

Vizsgált tábla	Talyigás	Erdős féle 1.	Erdős féle 2.	Bacsikai
pH érték (KCl) [-]	5,61	5,86	5,20	5,33
Vízben oldható összes só [m/m%] légszáraz	0,034	0,024	0,071	<0,020
Szénsavas mész [m/m%] légszáraz	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Humusz (K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄) [m/m%] légszáraz	2,26	2,18	2,06	2,09
Arany féle kötöttségi szám [KA]	36,5	37,5	37,0	35,5
Kálium (kálium-oxidban kifejezve) (AL-oldható) [mg/kg] légszáraz	295,5	302,0	302,5	292,0
Nátrium (AL-oldható) [mg/kg] légszáraz	50,80	72,55	53,35	70,35
Foszfor (foszfor-pentioxidban kifejezve) (AL-oldható) [mg/kg] légszáraz	206,5	247,0	174,5	164,5
Magnézium (KCl-oldható) [mg/kg] légszáraz	230,5	237,5	246,5	252,0
Kén (KCl-oldható) [mg/kg] légszáraz	10,100	7,665	16,850	8,555
Nitrit+nitrát nitrogén (KCl-oldható) [mg/kg] légszáraz	42,95	26,3	55,55	22,2
Réz (EDTA-oldható) [mg/kg] légszáraz	4,470	3,780	4,645	3,805
Cink (EDTA-oldható) [mg/kg] légszáraz	1,905	1,875	1,805	1,645
Mangán (EDTA-oldható) [mg/kg] légszáraz	385,5	348	386	344

A terület Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében található, Nyíregyházától északnyugatra kb. 30 km-re a 38-es számú főközlekedési út mentén. Tájéldrajzilag az Alföld nagytájba, a Hajdúság középtájba és a Hajdúhát kistájba tartozik. A kistáj tengerszint feletti magassága 93,4-161,3 mBf között változik, és löszös iszappal fedett hordalékkúpsíkság. A kistáj északi része az alacsonyabb térszínen futóhomok felhalmozódásokkal, a magasabb térszínen lösszel vagy löszös homokkal fedett enyhén hullámos síkság. A kistáj déli részén a lösszel fedett felszínt pleisztocén kor végi, holocén kor eleji eróziós-deráziós völgyek szabdalják.

A kísérleti táblákon alkalmazott agrotechnikai elemeket a 2. táblázatban foglaltuk össze. A kísérlet során két táblán is a bevett hazai gyakorlatot követve zöldborsó volt az elővetemény.

2. táblázat. A kísérleti táblán alkalmazott agrotechnika (Talyigás eleje tábla)

Tábla neve:	Talyigás eleje			
Művelet	Művelet dátum (tól-ig)	Művelettel érintett terület (ha)	Kijuttatott anyag, melléktermék, felhasznált szaporítóanyag	Fajlagos mennyiség 1 ha-ra vonatkozóan
simitózás	2024.03.06.-2024.03.06.	15,5281		
magágykészítés	2024.03.19.-2024.03.19.	15,5281		
vetés	2024.03.21.-2024.03.21.	15,5281	Zöldborsó vetőmag	900 000
betakarítás	2024.06.14.-2024.06.14.	15,5281	Zöldborsó	6,36
tarlóhántás	2024.06.26.-2024.06.26.	15,5281		
magágykészítés	2024.06.26.-2024.06.26.	15,5281		
vetés	2024.07.01.-2024.07.01.	15,5281	GSS6924 vetőmag	55000
sorközművelő kutivátorozás	2024.07.22.-2024.07.22.	15,5281		
betakarítás	2024.10.07.-2024.10.07..	15,5281	Csemege-kukorica	13,20

2. táblázat folytatása. A kísérleti táblán alkalmazott agrotechnika (Erdős félé tábla)

Tábla neve:	Erdős félé			
Művelet	Művelet dátum (tól-ig)	Művelettel érintett terület (ha)	Kijuttatott anyag, melléktermék, felhasznált szaporítóanyag	Fajlagos mennyiség 1 ha-ra vonatkozóan (db v t)
simítózás	2024.03.05.-2024.03.05.	17,4405		
kombinátorozás	2024.03.22.-2024.03.22.	17,4405		
magágykészítés	2024.04.19.-2024.04.19.	17,4405		
vetés	2024.04.22.-2024.04.22.	8,4405	Monzon zöldborsó vetőmag	900 000
vetés	2024.04.22.-2024.04.22.	9,0000	Isole zöldborsó vetőmag	900 000
betakarítás	2024.06.16.-2024.06.16.	17,4405	Zöldborsó	4,30
tarlóhántás	2024.06.30.-2024.06.30.	17,4405		
magágykészítés	2024.07.01.-2024.07.01.	17,4405		
vetés	2024.07.01.-2024.07.01.	9,0000	GSS6924 vetőmag	55000
vetés	2024.07.01.-2024.07.01.	8,4405	Messenger vetőmag	55000
betakarítás	2024.10.08.-2024.10.08..	17,4405	Csemege-kukorica	14,60

2. táblázat folytatása. A kísérleti táblán alkalmazott agrotechnika (Bacskai tábla)

Tábla neve:	Bacskai			
Művelet	Művelet dátum (tól-ig)	Művelettel érintett terület (ha)	Kijuttatott anyag, melléktermék, felhasznált szaporítóanyag	Fajlagos mennyiség 1 ha-ra vonatkozóan
simitózás	2024.03.06.-2024.03.06.	24,0472		
kombinatorozás	2024.05.02.-2024.05.02.	24,0472		
magágykészítés	2024.06.21.-2024.06.21.	24,0472		
vetés	2024.06.22.-2024.06.22.	17,0000	Messenger vetőmag	55000
vetés	2024.06.22.-2024.06.22.	7,0472	Braveheart vetőmag	55000
sorközművelő kultivátorozás	2024.07.24.-2024.07.24.	24,0472		
betakarítás	2024.10.08.-2024.10.08.	24,0472	Csemege-kukorica	10,50

Az agrotechnikai műveletek megfeleltek az ajánlott konvencionális technológiának, táblánként kevés eltéréssel találkozhattunk.

Az értékelést befolyásoló tényező lehet a táblákon alkalmazott növényvédelmi kezelések, azonban ezek nem különböztek a különböző táblákon jelentős mértékben. A kijuttatott tápanyagok mennyisége, hatóanyagukat és időpontjukat tekintve közel azonosak voltak a különböző táblákon.

A kísérletben négyféle tőszámot alkalmaztunk 55.000; 60.000; 65.000; 70.000 tő/ha. A művelési naplóban csak a standard 55.000 ha-os tőszám került felvételezésre.

A gépi betakarítás során 6 sort takarítottunk be minden kezelésből 100 méter hosszan ez 450 m² termést reprezentált.

A betakarítás során a gépi betakarítást kézi kisparcellás felvételezés előzte meg. A felvételezések során minden kezelésből 4 ismétlésben 20-20 folyóméter került betakarításra. A letört csöveket egyesével mértük. A csuhéleveles és a lefosztott tömeg mellett számoltuk a sorok és az azon elhelyezkedő magvak számát.

Eredmények és értékelésük

A gépi betakarítás során kapott eredményeket a 3. táblázatban ismertetjük.

3. táblázat. A gépi betakarítás során kapott eredmények

Vizsgált fajta:	GSS6925		
Vizsgálat helyszíne:	Talyigás		
Tőszám	Terület nagysága (ha)	Mért tömeg (kg)	Hektáronkénti átlagtermés (kg/ha)
55000	0,045	730	16222
60000	0,045	810	18000
65000	0,045	710	15778
70000	0,045	680	15111
Vizsgált fajta:	GSS6925		
Vizsgálat helyszíne:	Erdős féle		
Tőszám	Terület nagysága (ha)	Mért tömeg (kg)	Hektáronkénti átlagtermés (kg/ha)
55000	0,045	790	17556
60000	0,045	880	19556
65000	0,045	820	18222
70000	0,045	760	16889
Vizsgált fajta:	Messenger		
Vizsgálat helyszíne:	Bacsikai		
Tőszám	Terület nagysága (ha)	Mért tömeg (kg)	Hektáronkénti átlagtermés (kg/ha)
55000	0,045	920	20444
60000	0,045	1010	22444
65000	0,045	980	21778
70000	0,045	910	20222

Vizsgálat helyszíne:	Erdős féle		
Tőszám	Terület nagysága (ha)	Mért tömeg (kg)	Hektáronkénti átlagtermés (kg/ha)
55000	0,045	840	18667
60000	0,045	910	20222
65000	0,045	820	18222
70000	0,045	780	17333

A kézi betakarítás során kapott értékeket ismétlésenként átlagoltuk majd azok eredményeit összevetettük a gépi betakarításnál kapott eredményekkel. Mivel az adatmennyiség jelentős, így cikkünk terjedelmi korlátai miatt az adatokat nem közöljük, de megállapítottuk, hogy a kézi betakarításnál kapott eredmények összhangban vannak a gépi betakarítás eredményeivel.

A csövek tömegének és a szemek számának vizsgálata során fajtánként és tőszámanként is jelentős szórással talákoztunk, így ezen adatok nehezen értékelhetők, statisztikailag nem mutatható ki különbség sem a fajta sem a tőszámok esetében.

A kapott termésmennyiségek alapján sem vonhatunk le egyértelmű következtetést. A gépi betakarítás esetében a 60.000-es tőszám produkálta a legmagasabb termésátlagot. Ezt az eredmény a kézzel történő felvételezés megerősítette, de statisztikailag nem tudtunk megbízhatóan különbséget megállapítani. Jelen vizsgálat esetében az évjáráthatás is jelentős lehet, így megbízható eredményt csak több év kísérleti eredményeinek értékelése után vonhatunk le.

Összefoglalás

Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy a Timári Csemege Szövetkezet által termelt 2 standard szuperédes csemegekukorica fajta esetében tudunk-e összefüggést találni a tőszám és az csemegekukorica érettsége és hozama között. A kapott termésmennyiségek alapján sem vonhatunk le egyértelmű következtetést. A gépi betakarítás esetében a 60.000-es tőszám produkálta a legmagasabb termésátlagot. Ezt az eredmény a kézzel történő felvételezés megerősítette, de statisztikailag nem tudtunk megbízhatóan különbséget megállapítani.

Kulcsszavak: tőszám, csemegekukorica

Irodalom

- Árendás T. - Csathó P.: 2002. Comparison of the effect of equivalent nutrients given in the form of farmyard manure or fertilizers in Hungarian long-term field trials. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30: 2861–2878
- Arnon I.: 1975. Physiological principles of dryland crop production. In: Gupta, U.S. (Ed.) *Physiological aspects of dryland farming*. New York, Universal. 2-145.
- Berzsenyi Z. - Györfly B.: 1997. Az istállótrágya és a műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és termésstabilitására monokultúra tartamkísérletben. *Növénytermelés.* 46. 4: 509–527
- Birkás M.: 2006. Földművelés és földhasználat. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 414.
- Bocz E. - Nagy J.: 2003. A kukorica nagy termésének feltételei. *Gyakorlati Agroforum Extra*, 2-3.
- Carlson Tn, Ripley Da, 1997: On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index, *Remote Sensing of Environment* Volume 62, Issue 3, 241–252
- Cseh E.: 1998. Vízforgalom. In: LÁNG F. (Szerk.) *Növényélettan*. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó. 21-61.
- Daniel L.: 1978. A csemege- és pattogatni való kukorica termesztése. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.
- Dewanto V. - Wu X.Z. - Liu R. H.: 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 3010-3014.
- Eghball B. - Settimi, J. R. - Maranville J. W. - Parkhurst A. M.: 1993. Fractal analysis for morphological description of corn roots under nitrogen stress. *Agronomy Journal*, 85, 287-289.
- Fátray R.: 1980. Csemegekukorica. In: Zsitvay A. (Szerk.) *A szántóföldi zöldségtermesztés gyakorlata*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 442-459.
- Hodossi S.: 2004. Csemegekukorica. In: Hodossi S. - Kovács A. - Terbe I. (Szerk.) *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 340-348.
- Keszthelyi S.: 2005. A 2004. év klimatikus tényezőinek hatása a kukorica fejlődésére,
- Lőke Zs. – Anda A. – Decsi K.: 2003. A vízhiány és a nitrogénhiány hatása a kukorica fotoszintetikus aktivitására. MTA Növénytermesztési Bizottság. III. Növénytermesztési Tudományos Nap. Budapest. *Proceedings*, 364-369.
- Lykhovyd, P. V. - Ushkarenko, V. O. - Lavrenko, S. O. - Lavrenko, N. M. - Zhuikov, O. H. - Mrynskyi, I. M. - Didenko, N. O.: 2019. Leaf area index of sweet corn (*Zea mays* ssp. *saccharata* L.) crops de-pending on cultivation technology in the drip-irrigated conditions of the south of Ukraine. *Modern Phytomorphology*, 13(1-4), 1-5.
- Mangelsdorf P. C.: 1974. A kukorica eredete, elterjedése és termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Milics G.: 2008. A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben. PhD értekezés, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtudományok Doktori Iskola
- Menyhért Z.: 1985. A kukoricatermesztés kézikönyve. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.

- Menyhért Z., - Csúrné Varga A.: 2004. Adalékok a kukoricatermesztés agrotechnikai alapjaihoz. Gyakorlati Agroforum Extra, 3-11.
- Nagy J.: 2006. A debreceni kukorica tartamkísérlet kutatási eredményei. Debrecen, Debreceni Agrártudományi Centrum.
- Nagy J.: 2007. Kukoricatermesztés. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Nigicser T.: 2001. A sikeres csemegekukorica termesztés sarokpontjai. Gyakorlati Agroforum, 21-29.
- Orosz F.: 2009. Termesztéstechnológiai elemek hatása a csemegekukorica koraiságára. Doktori értekezés, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem.
- Perczes J.: 1999. Csemegekukorica. In: Mártonffy B. - Rimóczi I. (Szerk.) Nagymagvú zöldségfélék. Budapest, Mezőgazda Kiadó, 50-72. p.
- Rimóczi I.: 1998. Másodvetésben is bizonyított. Kertészet és Szőlészet, 4.
- Rimóczi I. (2004): Nagymagvúak jövője. Kertészet és Szőlészet, 6-7.
- Sinka L. - Zsembeli J. - Ragán P. - Duzs L. - Takácsné Hájos M.: 2022. Effect of different seedling growing methods on the SPAD, NDVI values and some morphological parameters of four sweet corn (*Zea mays* L.) hybrids. Polnohospodarstvo-Agriculture 67 : 4 pp. 177-190. , 14 p.
- Somos A.: 1967. Zöldségtermesztés. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.
- Térmeg J.: 2004. Csemegekukorica tápanyagutánpótlási technológia.
- Terbe I.: 2000. A zöldségfajok tápanyag-utánpótlásának rendszere. In: Mártonffy B. - Rimóczi I. (Szerk.) Zöldségfélék tápanyag-utánpótlása és növényvédelme. Budapest, Olitor Kiadó. 53-83.
- Terbe I. - Csathó P. - Árendás T. - Fodor N. - Kappel N. - Slezák K. - Marth P. - Cserni I. - Takácsné Hájos M. - Kapitány J. - Kruppa J. - Barnóczki A. - Varga I.: 2004. A szükséges tápanyagmennyiség meghatározása. In: Terbe I. - Csathó P. (Szerk.) Környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás a szabadföldi zöldségtermesztésben. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék – MTA Talajtani és Agrokémiiai Kutatóintézet. 25-41
- Tiborc Gy.: 1972. Zöldség- és virágtermesztés. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 249-252.
- Vance C. P. - Uhde-Stone C. - Allan D. L.: 2003. Phosphorus acquisition and use critical adaptation by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytologist, 157, 423-447.

INVESTIGATION OF THE YIELD COMPONENTS OF SWEET CORN SOWED WITH DIFFERENT NUMBERS IN THE TIMÁRI CSEMEGE SZÖVETKEZET

¹Béla Szabó, ²Miklós Szabó, ¹Edit Kosztyné Krajnyák, ³Gyuláné Györgyi, ¹Judit Csabai,

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

szabo.bela@nye.hu

²Seed and Grain Dryer Ltd. (Vetőmag és Szárító Kft.) H-4466 Timár,
Szabadság str. 2. e-mail: szabo.miklos@vetomagecsszarito.hu

³University of Debrecen, IAREF, Research Institute of Nyíregyháza,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos Str. 4-6.

gyorgyine@agr.unideb.hu

Summary

In our experiment, we sought the answer to whether we could find a correlation between the number of seeds and the maturity and yield of the sweet corn in the case of 2 standard super-sweet sweet corn varieties produced by the Timári Sweet Corn Cooperative. We cannot draw a clear conclusion on the basis of the obtained crop quantities either. In the case of mechanical harvesting, the number of plants of 60,000 produced the highest yield average. This result was confirmed by manual recording, but statistically we could not reliably establish a difference.

Keywords

sweet-corn, sowing number

FEHÉRVIRÁGÚ CSILLAGFÜRT (*LUPINUS ALBUS* L.) FAJTÁK ÖSSZEHAJONLÍTÓ VIZSGÁLATA

SZABÓ Béla¹ – SZŐLLŐSI Kristóf¹ – KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK Edit¹ – BODNÁR Máté¹ –
GYÖRGYI Gyuláné² – KRAJNYIK Károly³ – IRINYINÉ OLÁH Katalin¹

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti
Tanszék, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b., e-mail: szabo.bela@nye.hu

² Debreceni Egyetem AKIT, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos 4-6. e-mail: gyorgyine@agr.unideb.hu

³ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék, 4400
Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b., e-mail: krajnyik.karoly@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.24>

Bevezetés

A Nyírségre jellemző a savanyú, gyengébb termőképességű homoktalaj. Régebben ezeken a területeken nagyrészt gyümölcsösök és szántóföldi kertészeti kultúrák voltak, de a megváltozott gazdasági, termelési viszonyok miatt a vetésszerkezetek átalakultak. A gyümölcsösök és a szántóföldi kertészetek nagy része megszűnt, helyette hagyományos szántóföldi növények termesztése került előtérbe. A gyenge tulajdonságú és termőképességű talajokon, különböző módszerekkel (kémiai, biológiai) növelni kell a termőképességet ahhoz, hogy gazdaságosan lehessen a hagyományos szántóföldi kultúrákat (kukorica, napraforgó, kalászos, repce) termesztetni. A biológiai talajjavítás egyik formája a különböző zöldtrágyák, talajtakaró növények alkalmazása. A pillangósvirágú növények közül a *Lupinus* és *Vicia* nemzetség hazánkban termesztett fajtái jöhetnek számításba. Az irodalmi adatok alapján leginkább a térségbe illő növény a csillagfürt és a bükkönyfélék. Vizsgálataink során a hazai termesztésben legelterjedtebb 2 csillagfürtfajtát (amelyek reprezentálják az édes és a keserű változatot) a Nellyt (fehérvirágú édes csillagfürt), és a Balkányi 23-ast (fehérvirágú keserű csillagfürtöt) hasonlítjuk össze egy termelési kísérletben. Vizsgálatunkban elsősorban a termés elemeket értékeljük. A fenológiai megfigyelések mellett a fajták magtermését is mértük.

Irodalmi áttekintés

A savanyú homoktalajokon gazdaságosan termesztendő növények köre viszonylag csekély. A tritikálé teret hódítva a rozstól egyre nagyobb jelentőséggel bír. A gabonafélék közül a magasabb humusztartalmú homokokon tönköly, tönke és alakor búzák termesztésével folynak kísérletek (Mikó et al, 2012, Megyeri et al. 2016), de nagyüzemi szinten a fent említett tritikálé a legjelentősebb. A kapás növények közül a homoki gazdálkodásban korábban jelentős szerepet vállaló burgonya (Henzsel 2012), egyre csökkenő vetésterülettel képviselteti magát. A munkaerőhiány és a piaci szabályozás miatt a nagy múltra visszatekintő dohánytermesztés is visszaszorulóban van. A piritási célra termesztett nagymagvú csíkos étkezési napraforgó mellett az olajipari napraforgó termesztés is széles körű (Vágvolgyi-Szabó 2007). A pillangósvirágú növények közül a *Lupinus* és *Vicia* nemzetség hazánkban termesztett fajtái jöhetnek számításba. Az irodalmi adatok alapján leginkább a térségbe illő növény a csillagfürt (Westsik 1951; Borbély 1999; Tóth 2010) és a bükkönyfélék.

Hazánkban először Kerpely Kálmán kezdett el érdeklődni a csillagfürt iránt. 1891-93 között kisebb csoportokat utaztatott Lupitzbe, hogy tanulmányozzák a csillagfürt hazai termesztésének lehetőségeit. Az édes fehérvirágú csillagfürt Magyarországon történő honosításával kezdődött a nemesítői munka. Papp Zsigmond 1934-ben egy alkaloida szegény törzsből kezdte meg a szelektálást, a javított törzset 1943-tól Kisvárdán Techmann Vilmos folytatta a javító munkát, melynek eredményeképpen megszületett a „Kisvárdai fehér édes”, amely államilag elismert minősítést kapott 1955-ben (Bélteky-Kovács, 1982).

A csillagfürt magyarországi elterjedését elősegítették a kutatási eredmények, illetve a terméstelebbet, amelyet a Westsik-féle vetésszerkezetben értek el. (Lazányi, 2010).

Westsik Vilmos a Nyíregyházi Homokkísérleti Gazdaság vezetésével, és a szarvasszigeti homokdombokon 15 vetésforgót készített el, annak céljából, hogy vizsgálja a parlagoltatás, a szalma, az istálló- és zöldtrágyázás talajtermékenységre gyakorolt hatását. A laza szerkezetű és az alacsony humusztartalmú homoktalaj eredeti tápanyagkészlete nagyon csekély volt, így csak sínylődött a növény, és így nem mondható sikeresnek és jövedelmezőnek a gazdálkodás. (Lazányi, 1994).

Az 1940-es években a csillagfürt területe Magyarországon 7-13 ezer hektár volt. A termésátlagok 10,5-11,9 q/ha körül alakultak, amelyek nagyon kedvezőnek számítottak. Az 1951-60-as években jelentősen nagyobb területen, 15300 hektáron termesztették (3,7 q/ha), ez sajnos elég csekély termésátlagnak bizonyult. Az 1960-as években évi 10000 hektáron a csillagfürtöt magnak termesztették, a takarmánynak termesztett csillagfürt 2-7000 hektár körül alakult. 1970-75 között a csillagfürt termőterülettel szinte nem rendelkezett. Új fajtaként állami minősítést kapott a „Nyírségi fehér virágú édes csillagfürt” 1976-ban. 1978-ban számos mezőgazdasági üzem termelte az édes csillagfürtöt, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében a legtöbb ezenkívül Somogy, Zala és Nógrád megyében. A legmagasabb termésátlagot Somogy megyében érték el, mivel a termőterület jobb adottságú, ezért az értékek 15-16 q/ha voltak. (Bélteky-Kovács, 1982).

A termesztett kék és sárgavirágú fajok mellett több a nemzetségbe tartozó díszcsillagfürttel is találkozhatunk hazánkban. Sőt egyes irodalmak invazív fajokról számolnak be (Csecserits et al 2018).

Jelenleg a termőterület rendkívül visszaszorult nem éri el az évi 100 hektárt sem hazánkban. Ennek több oka van többek között az újonnan megjelenő növényvédelmi problémák.

A közelmúltig hazánkban a csillagfürtfajok termesztése növényvédelmi szempontból nem okozott problémát. A gyomirtáson kívül nem volt szükség más kémiai védekezésre, mivel sem a kórokozók, sem a kártevők nem voltak jelen olyan mértékben, mint manapság. Ebből következett, hogy a csillagfürtfajokra csak minimális számban voltak engedélyezett növényvédő szerek (fungicidok, inszekticidok). 2004 volt a változás éve, amikor a fehérvirágú csillagfürtben (*Lupinus albus* L.) megjelentek az új kórokozó gombák, a *Colletotrichum gloeosporioides* és a *C. acutatum*. Akkor fertőzést okoztak ezek az új gombák, hogy a teljes növényállományt kipusztították a vetésterületek számottevő részén. 2006-os évben a sárgavirágú (*L. luteus* L.) és a kékvirágú (*L. angustifolius* L.) csillagfürtfajok is elkapták a fertőzést (Lenti et al 2005).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2019-ben végeztük. A vizsgált fajták a Nelly fehérvirágú édes csillagfürt és a Balkányi 23-as fehérvirágú keserű csillagfürt voltak. A kísérleti terület Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, ezen belül a nyírségi tájegységen, Nyíregyházától dél-keletre 30 km-re, Nyírgyulajban található. A kísérletet, a terület a Szöllősi családi gazdálkodás része.

A tábla nagysága 15,5 ha. A mezőgazdasági terület domborzati viszonya heterogén. Keletről nyugatra emelkedik, valamint a táblán több mélyedés és kiemelkedés található, melyek nagyban befolyásolják, a terület vízháztartását, mivel az összefolyásokban megáll a víz és a magasabb részekről lefolyik. Átlag aranykorona értéke 15,2 A.K., táblán belüli megoszlása keleti oldal 18,5 A.K., nyugati oldal 10,2 A.K. Az 1. táblázat összegzi az egész táblának beleértve a kísérleti területnek is a talajtani értékeit.

1. táblázat: A kísérleti tábla talajtani tulajdonságai

Iktató- szám	pH- KCl	Össz. só	K _A	CaCO ₃	Humusz	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃ ⁺ +N O ₂ ⁻ -N
		%		m/m %	m/m %	mg/kg	mg/kg	mg/kg
FA-3843	5,10	<0,02	26	0,17	2,32	90	130	10,1
FA-3844	5,91	<0,02	28	0,17	2,28	70	176	7,0

A táblának az Észak-Nyugati sarkából egy 5000 négyzetméteres területet kimértünk, ide került elvetésre a kísérleti fehérvirágú keserű és édes csillagfűrt.

Az elővetemény őszi tritikálé volt. A csillagfűrt vetésére 2019. március 19-én került sor. A kísérleti csillagfűrt vetési mélysége 3 cm volt. Sem vetés előtt, sem vetés után, műtrágyát, növény védőszereket, és egyéb kémiai beavatkozást nem alkalmaztunk.

A vizsgált és meteorológiai adataiból elsősorban a csapadék emelhető ki. a 2019-es év eleje nagyon száraz, csapadékban szegény mezőgazdasági év kezdet volt. 2019. márciusa volt a legszárazabb hónap, átlagosan mindössze 2,7 mm csapadék hullott, ugyanebben a hónapban az 50 éves átlag 37,5 mm csapadékot mutat. A 2019. év májusa, júniusa és júliusa kimondottan csapadékos volt, ezek közül is a legkiemelkedőbb a júniusi hónap volt, 125,5 mm csapadék hullott. Az 50 éves átlag erre a hónapra vetítve, jelentősen kevesebb volt, mindössze 70,6 mm eső esett. Ez a három csapadékos hónap nagyban elősegítette a görbülésszerű szárelhalás (*Colletotrichum gloeosporioides*) nagymértékű terjedését és nagy károk okozott az állományokban.

A vizsgált fajtákban 4-4 db egy négyzetméteres kalodát helyeztünk ki, ezeken a helyeken végeztük a kísérletek, mérések jelentős részét. A 8 db kijelölt vizsgálati helyen fenológiai méréseket végeztünk. 8-8 növényt vizsgáltunk négyzetméterenként. A magtermést a kalodákból származó egy egy négyzetméteres minta termésének begyűjtése után számítottuk ki.

Eredmények és értékelésük

A fenológiai vizsgálatokat összefoglaló táblázatunkban (2. táblázat) a két fajta átlagértékeit mutatjuk be a gyökér méretére, a nitrogéngyűjtő rhizobium gümők számára és a növény szárának méretére vonatkozóan. Az eredmények tisztán mutatják, hogy a tavalyi év időjárási tényezőit figyelembe véve a Balkányi 23-as fajtának kedveztek, mivel az átlagértékei mind felülmúlták a Nelly fajtát.

A gyökér méretére nézve ez azt jelenti, hogy a fehérvirágú édes csillagfűrt (Nelly) esetében az átlagos gyökér méret 9,13 cm volt, a fehérvirágú keserű csillagfűrt (Balkányi 23) esetében pedig 11,75 cm, ez 2,62 cm-es különbséget mutat átlagosan.

A gyökéren lévő nitrogéngyűjtő rhizobium gümők számának alakulása átlagosan a Nelly esetében 11,56 db volt, a Balkányi 23-as fajta esetében 14,56 db, ez pontosan 3 db-bal több gümőt jelentett a keserű fajta javára.

A szár méretére vonatkozóan szemmel láthatóan is megállapítható, hogy a Balkányi 23-as jobb növekedési eréllyel rendelkezik, amit a számok is bebizonyítanak, mivel a keserű csillagfűrtnek a szára átlagosan 18,19 cm, az édes csillagfűrt esetében ez a szám 14,78 cm volt. Ez 3,41 cm különbséget mutat átlagosan.

2. táblázat. A fenológiai vizsgálatok eredményei

	Gyökér mérete (cm)	Gümők száma (db)	Szár mérete (cm)
Fehérvirágú édes (Nelly)	9,13	11,56	14,78
Fehérvirágú keserű (Balkányi 23)	11,75	14,56	18,19

A térségünkben több termelőhöz hasonlóan mi sem tudtuk betakarítani a kísérleti csillagfürtöt. Ez többek között köszönhető volt a nagymértékű gyomosodásnak, kedvezőtlen időjárási tényezőknek és ebből adódóan a görbüléssel járó szárelhalás nagymértékű elterjedésének.

Gombabetegségek közül a görbüléssel járó szárelhalás (*Colletotrichum gloeosporioides*) (1. ábra) és kisebb mértékben a fuzáriumos hervadás (*Fusarium oxysporum*) jelent meg az állományban. A gombabetegségek terjedésének nagyon kedvező volt a 2019. év időjárása, amit csapadékos, meleg május, június, július jellemzett. A kialakult párák, meleg időben felgyorsult a gombás megbetegedések terjedése az állományban.



1. ábra: A görbüléssel járó szárelhalás jellemző tünete az állományban

Forrás: Szöllösi Kristóf (2019)

Így a termésmennyiség teljes körű értékelése elmaradt, az 1-1 négyzetméteres kísérleti kalodákból „takarítottuk be” a magokat. Mérések következtében ezekből az adatokból tudtunk számolni.

A két különböző fajtát 2500-2500 négyzetméteren termesztettük, ez adta ki a kísérleti terület teljes nagyságát, az 5000 négyzetmétert.

A fehérvirágú keserű csillagfürt esetében az 1 négyzetméteres kalodából „betakarított” termés mennyisége 31 gramm volt. Ebből kiszámítható volt, hogy a 2500 négyzetméteres területen 77.500 gramm, azaz 77,5 kg lett volna a várható termésmennyiség. Ez az érték 1 hektárra levetítve 310 kg/ha termést jelent.

A fehérvirágú édes csillagfürt esetében az 1 négyzetméteres kalodából „betakarított” termés mennyisége 47 gramm volt. Ebből kiszámítható volt, hogy a 2500 négyzetméteres területen 117.500 gramm, azaz 117,5 kg lett volna a várható termésmennyiség. Ez az érték 1 hektárra levetítve 470 kg/ha termést jelent.

Következtetések

Balkányi 23-as tipikus zöldtrágya növény, nitrogénygyűjtés és talajjavítás szempontjából. A termésmennyiségek alakulásában a fehérvirágú édes Nelly fajta kerekedett felül, még úgy is, hogy a gyomosodás mértéke nagyon jelentős volt ebben a parcellában. Amennyiben az elkövetkező években is hasonló időjárási tényezők lesznek, érdekesebb lenne nagyobb sortávolságra vetni a csillagfürtöt, így az állomány szellősebb lesz, amellyel csökkentjük a gombabetegségek számára kedvező feltételeket a meleg, párás, szellőzetlen állományok kialakulását.

Összefoglalás

Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy a Magyarországon két legjelentősebb csillagfürt fajta közül tájegységünkben melyik mutat jobb eredményt növekedési és magtermesztési szempontból. Az időjárási tényezők a 2019-es évben úgy alakultak, hogy a 2000-es években megjelenő görbülésszerű szárelhalás szinte teljesen megsemmisítette kísérletünket, így mivel kísérletünk statisztikailag nem értékelhető, nem tudtunk a vizsgálati évben következtetéseket levonni.

Kulcsszavak: fehérvirágú csillagfürt, *Lupinus* spp.

Irodalom

- Bélteki B.-Kovács I. (1982): A csillagfürt, Nyírségi Nyomda, 18-44. oldal
- Borbély F. (1999): Az édes csillagfürt jelentősége a talajerőgazdálkodásban. Agrofórum X. évf. 1. 19-25
- Csecserits, A., Barabás, S., Csabai, J., Devescovi, K., Hanyecz, Km. Höhn, G. Kósa, A. Németh, L. Orlóci, L. Papp, I. Pándi, T. Ruborits, M. Sütöriné Diószegi, K. Sztár, Gy. Tihanyi, Papp, L. (2018). Summary of the Experiences of Hungarian Botanical Gardens with Terrestrial Plant Species Included in the European Union's List of Invasive Alien Species. Bot. Közlemények, 105, 143-154.
- Henzsel I.: 2012. Növénytermesztés nyírségi homoktalajon a Westsik-féle vetésforgó tartamkísérlet eredményei alapján. In: 85 éve a nyírségi növénytermesztés és növénytermesztés szolgálatában. Szerk. Romhányi László. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Kutató Intézetek és Tangazdaság Nyíregyházi Kutató Intézet, Nyíregyháza. 141-151. p. ISBN 978-615-5183-18-8.
- Lazányi J. (1994): A homokjavító vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Debreceni Agrártudományi Egyetem Kutató Központja, Nyíregyháza, 7-15. oldal
- Lazányi J. (szerk.) (2010): Növénytermesztés és fajtafenntartás az Észak-alföldi régióban. MTA Debreceni Területi Bizottság Növénytermesztési Munkabizottság, Debrecen
- Lenti I. - Borbély F. - Vágvolgyi S.: 2005. A fehér virágú édes csillagfürt (*Lupinus albus* L.) antraknózis-betegsége Magyarországon. 10. Növényvédelmi Fórum, Proceedings, Debreceni Egyetem, Debrecen. 253-260.
- Megyeri M.- Mikó P.: 2016. Az alakorkutatás eredményei Martonvásáron In: Tóth Csilla (szerk.) Őshonos- és tájfajták - Ökotermékek - Egészséges Táplálkozás - Vidékfejlesztés: A XXI. század mezőgazdasági stratégiái. 399 p. Konferencia helye, ideje: Nyíregyháza, Magyarország, 2016.10.05 -2016.10.07. Nyíregyháza: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, 2016. pp. 345-350. (ISBN:978-615-5545-69-6)
- Mikó P.- Megyeri M.- Kovács G.: 2012. Tönke: a homokhátsági szántók új gabonája. Biokultúra 2012, XIII (3-4), pp 18-20.
- Tóth G.: 2010. A csillagfürt (*Lupinus* spp.). In: Gondola, I. (szerk.): Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban, Nyíregyháza, Center- Print Kft., 181-196.o.
- Vágvolgyi S. – Szabó B.: 2007. A napraforgótermesztés helyzete, jövőbeni kilátásai Magyarországon. „Versenyképes mezőgazdaság” Konferencia, Nyíregyháza 2007. november 29. 167-170. o. (ISBN 978-963-7336-80-5)
- Westsik V. (1951): Homokjavító vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

COMPARATIVE STUDY OF WHITE LUPIN (*LUPINUS ALBUS*) VARIETIES

¹Béla Szabó, ²Kristóf Szöllősi, ¹Edit Kosztyuné Krajnyák, ¹Máté Bodnár ²Gyuláné Györgyi, ³Károly Krajnyik, ¹Katalin Irinyiné Oláh,

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
szabo.bela@nye.hu

²University of Debrecen, IAREF, Research Institute of Nyíregyháza,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos Str. 4-6.
gyorgyine@agr.unideb.hu

³University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
krajnyik.karoly@nye.hu

Summary

In our experiment, we wanted to find out which of the two most important lupin cultivars in Hungary performs better in our region in terms of growth and seed production. The weather factors in the year 2019 were such that the *Colletotrichum gloeosporioides* that occurred in the 2000s almost completely destroyed our experiment, so since our experiment is not statistically evaluable, we could not draw any conclusions in the study year.

Keywords: Lupinus spp.

A DIGITÁLIS KOMPETENCIA FEJLŐDÉSE A VÁLLALKOZÁSOK MINDENNAPI MŰKÖDÉSÉBEN

SZABÓNÉ BERTA Olga

Nyíregyházi Egyetem, Gazdálkodástudományi Intézet; GTI, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.,
e-mail: berta.olga@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.25>

Bevezetés

Napjainkban a vállalkozások digitális kompetenciáit folyamatos vizsgálat tárgyává teszik a kutatók, döntéshozók, statisztikusok, oktatók és tudósok egyaránt. A digitalizáció a globalizáció új szintjét képviseli, amely a gazdaság és a társadalom mind szélesebb köreit érinti – olyan szegmenseket is, amelyekkel korábban talán nem volt kapcsolatunk. Ez az átalakulás különösen forradalmi változást hozott a kommunikáció területén: ma már szinte bárkivel, bárhol és gyakorlatilag bármikor kapcsolatba léphetünk és problémákat oldhatunk meg.

Az internet nemcsak az interakciót teszi lehetővé, hanem korábban elképzelhetetlen mennyiségű és értékű információhoz is hozzáférést biztosít (Juhász, 2016). A kutatók szerint a digitalizáció az élet minden területét átható online jelenlétként értelmezhető, amely szervesen integrálódik a mindennapokba, és állandó adat- és információcserét tesz lehetővé az IKT-eszközök és az emberek között (Morgan és White, 2017).

A digitalizáció fényében a vállalkozások versenyképessége nemcsak újraértékelődik, hanem növekedhet is, új jelentőséget nyerve. Gyakran felmerül a kérdés, hogy a digitalizáció áldás vagy inkább átok egy vállalkozás életében. Ebben az összefüggésben gyakran válik nyilvánvalóvá a megfelelő digitális kompetencia hiánya, amely miatt a magas szintű digitális szakértelem az oktatásban és a munkaerőpiacon is az egyik legfontosabb elvárásává válik.

Kutatásomban ezt a kérdést igyekeztem feltárni: előzetes vizsgálat keretében vállalkozásokat kerestem meg és mélyinterjúkat készítettem. Arra kérdeztem rá a vállalkozóknál, hogy milyen digitális készségeket keresnek a potenciális munkavállalókban, és konkrétan mit várnak az egyetemről frissen kikerülő diplomásoktól. A kutatás eredményei alapján egy szélesebb körű, kérdőíves vizsgálatot kívánok végezni nagyobb mintán, hogy kérdéseimre szélesebb társadalmi kontextusban kapjak választ.

Irodalmi áttekintés

„Aki nem ért a számítógépekhez, azt a 21. században analfabétának fogják tekinteni” – írta Teller Ede a múlt században, egy olyan gondolatot megfogalmazva, amely azóta széles körben idézette vált (Internet 1). Napjainkra a digitális írástudás alapvető és elvárt kompetenciává vált. A fogalom az információtechnológia és a számítógépek elterjedésével párhuzamosan jelent meg, és időről időre változott, tartalma folyamatosan bővült.

Egy meghatározás szerint „*az IKT-írástudás egyéni érdeklődést, attitűdöt és képességet jelent a digitális technológia és kommunikációs eszközök hatékony használatára: információk elérésére, rendszerezésére, integrálására és értékelésére, új tudás létrehozására, valamint annak másokkal való megosztására a társadalomban való hatékony részvétel érdekében*” (Lennon et al., 2003, p. 8).

Várallyai és Herdon (2013) egy hat ország részvételével végzett kutatás eredményeit ismertetik, amelynek célja a hátrányos helyzetű régiók digitális készségeinek és kompetenciáinak vizsgálata, valamint az IKT iránti tudatosság és elfogadás előmozdítása volt. A végső cél az egyének és régiók elszigeteltségének és fejlődési lemaradásának mérséklése volt. A tudás ebben a kontextusban olyan magatartásformákat és teszthelyzeteket foglal magában, amelyek az információk felidézésének képességét hangsúlyozzák – legyen szó ötletek, anyagok vagy jelenségek felismeréséről vagy visszahívásáról.

A tanulótól egy felidézési feladat során elvárt viselkedés szorosan tükrözi a kezdeti tanulási fázisban mutatott magatartást. A tanulási folyamat során a tanulónak bizonyos információkat kell

eltárolnia, majd később ezek előhívása válik szükségessé. Bár a visszahívandó anyag formája bizonyos mértékben módosulhat, ezek a változtatások a tudásalapú viselkedés vagy értékelés viszonylag kisebb részét jelentik. Ahogyan Bloom és munkatársai is kiemelték, az asszociáció és az ítéletalkotás folyamatai implicit módon jelen vannak, hiszen a tanulóknak gyakran olyan kérdésekre kell válaszolniuk, illetve problémákat megoldaniuk, amelyek más formában kerülnek eléjük, mint az eredeti tanulási helyzetben.

A tudáscélok osztályozásában az elrendezés a konkrétabb, viszonylag kézzelfogható viselkedési formáktól halad az összetettebb és elvontabb formák felé. A konkrétumok ismerete olyan diszkrét információegységekre vonatkozik, amelyek önállóan is elkülöníthetők és felidézhetők. Ezzel szemben az általános és elvont tudás az összefüggések és strukturális mintázatok felismerését hangsúlyozza, lehetővé téve az információk rendszerezését és integrálását egy koherens keretrendszerbe (Bloom et al. 1956).

A kompetencia fogalmát illetően a Cambridge Dictionary definíciója szerint a *kompetencia* „valaminek a jó elvégzésére való képesség, vagy egy fontos készség, amely egy munka elvégzéséhez szükséges; valamint egy személy, vállalkozás, bíróság vagy kormány hatásköre, hogy valamivel foglalkozzon, vagy jogi döntést hozzon”. A gyakorlatban a kompetencia tehát azon készségeket jelöli, amelyek szükségesek a munkavégzés professzionális szintű ellátásához. Az Európai Képesítési Keretrendszer (EQF) szerint: „*A kompetencia az a bizonyított képesség, hogy valaki tudását, készségeit és személyes, szociális és/vagy módszertani képességeit munkavégzési vagy tanulási helyzetekben, valamint a szakmai és személyes fejlődés során alkalmazza.*” A kompetenciát felelősség és autonómia alapján definiálják. A fogalom tipikusan azt a képességet jelenti, hogy az egyén – új helyzetekkel és előre nem látható kihívásokkal szembesülve – önállóan és önirányított módon tudja alkalmazni ismereteit és készségeit (Internet 2).

Kutatásom a gazdasági szervezetekre és munkáltatóikra összpontosít. A magyar polgári jogban a „gazdálkodó szervezet” kifejezést használják az ilyen entitások összefoglaló fogalmaként. 2013 óta a Polgári Perrendtartásról szóló törvény ad pontos és aktuális meghatározást; korábban a Polgári Törvénykönyv (PTK) szabályozta a jogi kereteket. Hollósy-Kiss (2023) szerint a gazdálkodó szervezet olyan gazdasági egység, amely az adott erőforrásaival önállóan és elkülönülten gazdálkodik, miközben jövedelemszerzésre törekszik, kockázatot vállal, és profitorientált működést folytat.

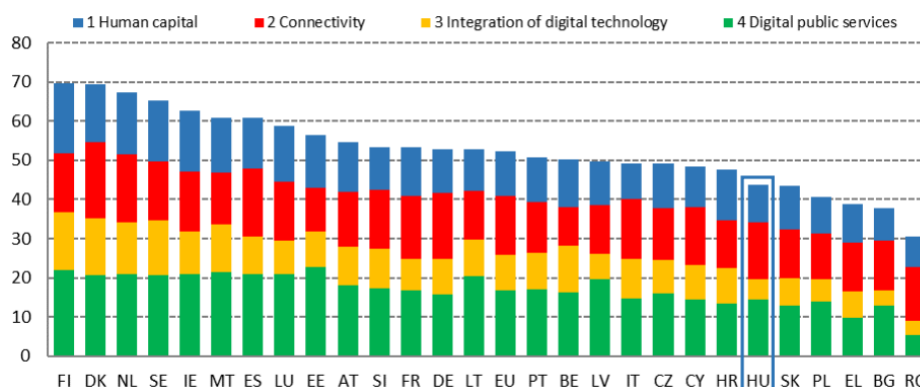
A számviteli törvény szerint a gazdálkodó egységek közé tartozik valamennyi vállalkozó, közszféra-szervezet, egyéb jogi személy, a Magyar Nemzeti Bank (MNB), valamint az általuk vagy magánszemélyek által alapított intézmények (pl. egészségügyi, oktatási, szociális intézmények). Kapronczai (2007) szerint a sikeres gazdasági működéshez az alábbi információtípusok elengedhetetlenek:

- jogi keretek (általános jogszabályi előírások, adózási kérdések stb.);
- termékek piaci árai, kereslet és az értékesítés feltételrendszere (pl. minőségi előírások, kvóták);
- a működéshez szükséges anyagok és eszközök beszerzési lehetőségei (pl. energiahordozók, nyersanyagok, gépek, berendezések);
- a természeti és gazdasági környezetre vonatkozó specifikus információk (pl. időjárási, járványügyi adatok);
- fejlesztési források (támogatások, pályázatok, hitellehetőségek);
- állami és más szervezetektől származó gazdasági tevékenységhez kapcsolódó információk (kamarák, hatóságok, terméktanácsok, érdekképviselések, szakmai szervezetek, növény- és állategészségügy stb.);
- az ágazatban működő szereplők adatbázisai (versenytársak, együttműködési lehetőségek, érdekképviselések, nyersanyag-beszállítók, vevők).

Anyag és módszer

Minden kutatási tevékenység kiterjedt módszertani alapokon nyugszik, amelyek egyaránt alkalmazzák a primer és szekunder kutatási technikákat a kitűzött célok eléréséhez. A kutatási célok megvalósítása érdekében szükség volt primer és szekunder adatok gyűjtésére és feldolgozására; ezért megfelelő elméleti keret kialakítása, valamint az összefüggések feltárása jelentette elsődleges feladatokat. A munka kezdeti szakaszában különös hangsúlyt fektettem a hazai és nemzetközi szakirodalom rendszerezésére, elemzésére és összegzésére, továbbá statisztikai alapok lefektetésére.

A kutatás elején megfogalmaztam hipotéziseimet, amelyek céljaimhoz és konkrét feltételezéseimhez kapcsolódtak. A kezdeti fázisban egy logikai modellt állítottam fel, amely kijelölte azokat a feladatokat és problémákat, amelyek a kutatás során várhatóan felmerülnek. A kutatási keret meghatározása után felismertem annak szükségességét, hogy a logikai modell segítségével egységes koncepciót alakítsak ki, amely biztosítja a primer kutatás hatékony és eredményes megvalósítását.



1. ábra. A Digitális Gazdaság és Társadalom Mutató (DESI) 2022

Forrás: Internet 3; <https://digital-strategy.ec.europa.eu/hu/policies/desi-hungary>

Magyarország a 27 uniós tagállam közül a 22. helyet foglalja el a Digitális Gazdaság és Társadalom Mutató (DESI) 2022. évi rangsorában. Az elmúlt években hazánk igyekezett az EU fejlődési trendjeivel összhangban előrelépni, azonban az utóbbi időben a mutatók romlottak, és országunk visszacsúszott a rangsorban. A humán tőke dimenzióban Magyarország a 23. helyen áll az uniós országok között. A készségmutatók tekintetében hazánk az uniós átlag alatt teljesít. Különösen figyelemre méltó, hogy a lakosság mindössze 49%-ának van legalább alapvető digitális készsége, szemben az uniós 54%-os átlaggal és a 2030-ra kitűzött 80%-os digitális évtized céllal.

Az IKT-szakemberek aránya a munkaerőpiacon enyhén növekedett 3,9%-ra, azonban még mindig az uniós átlag (4,5%) alatt marad. Jelentős szakemberhiány tapasztalható: a vállalkozások 57%-a jelezte, hogy 2020-ban nehézségekbe ütközött az IKT-munkakörök betöltésében. Az EU digitális iránytű célkitűzése szerint 2030-ra 20 millió IKT-szakembernek kell dolgoznia az Unióban, amihez átlagosan a munkaerő körülbelül 10%-ának kellene ebben a szektorban tevékenykednie. A női IKT-szakemberek aránya továbbra is alacsony (14%). Emellett az összes diplomás közül az IKT-végzettségűek aránya 2020-ban 3,1% volt, ami szintén az uniós átlag (3,9%) alatt maradt. Ugyanebben az évben a vállalkozások 16%-a biztosított IKT-képzést dolgozóinak, míg az EU-s átlag 20% volt (Internet 3).

Az uniós statisztikák szerint a digitális kultúra kötelező tantárgy a 3-11. évfolyamban (ami a 8-17 éves kor közötti időszak), amelynek célja a számítógépes gondolkodás, a kódolás, a programozás és általában a digitális készségek fejlesztése. Az általános iskolákban (3-8. évfolyam) a tanulók megismerkednek az alapvető alkalmazásokkal, a számítógépes problémamegoldással, valamint az internet és a digitális eszközök operatív, innovatív és

biztonságos használatával. A középiskolai felsőbb évfolyamokban (9–11. évfolyam) ezek a készségek továbbfejlődnek, kiegészülve az algoritmikus gondolkodással és a programozással (a robotprogramozástól kezdve a blokkchain programozáson át az alapvető algoritmusok kódolásáig).

Mindez természetesen optimista képet mutat a jövőről, ugyanakkor kutatások alapján a probléma megoldása nem egyszerű feladat.

A logikai modell kialakítása segített abban, hogy azonosítsam a kutatás során kiemelendő tematikus területeket, valamint kijelöljem azokat a kérdésköröket, amelyeket a primer vizsgálat során fel kell tennem. Emellett a probléma komplexitása és a rendelkezésre álló szakirodalom korlátozott volta megerősítette bennem, hogy a primer kutatás részeként előzetes, mélyinterjú vizsgálatok elvégzésére van szükség. A logikai modell összeállításakor a szakirodalomban javasolt megközelítést követtem: alaposan áttekintettem a tervezett feladatokat, megvizsgáltam a kutatási célokat, és kerestem a választ arra, hogy mely kutatási módszerek bizonyulnak a leghatékonyabbnak, illetve mely tényezők segíthetik leginkább a céljaim elérését (Szabóné Berta, 2014).

A kutatás fókusza és a kérdőíves vizsgálat felépítése

Kutatásom középpontjában azok a gazdasági szervezetek állnak, amelyek jogszabályi kötelezettség alapján kötelesek bizonyos informatikai szoftvereket használni. Ezek az eszközök azonban gyakran megfelelő képzés vagy felkészítés nélkül kerültek bevezetésre, miközben az érintett vállalkozások egyre inkább olyan kihívásokkal szembesülnek, mint a digitális HR-megoldások, az adatközpontok által vezérelt irodai működés, a mesterséges intelligencia által generált és irányított változások, a fenntartható növekedés, valamint a vállalati környezetet érintő biztonsági kockázatok (Internet 4).

A vizsgálatot kérdőíves felmérés keretében végeztem, amelyet fő tematikus csoportok szerint strukturáltam. Ezek a csoportok egyben az eredmények bemutatásának keretét is meghatározták:

- **A vállalkozás és annak vezetése:**
 - alapadatok és fő tevékenységi kör (telephely, alapítás éve, szervezeti forma),
 - méretgazdaságossági adatok,
 - a vezetésről szóló információk (életkor, nem, iskolai végzettség).
- **Az információmenedzsmenttel és a munkavállalókkal kapcsolatos kérdések:**
 - számítógép- és internethasználati szokások,
 - adatbiztonság, informatikai fejlettség, az alkalmazottak, vezetők és tulajdonosok IKT-kompetenciái.
- **Az információrendszer és a stratégiai irányok kérdésköre:**
 - az informatika iránti attitűd,
 - a meglévő rendszer jellemzői,
 - a vállalkozás tervei, hálózati kapcsolatai és menedzsmentje,
 - versenyelőny, forrásbevonási lehetőségek,
 - a hálózatépítés és az új technológiák adaptációja,
 - a fenntarthatóság szempontjai az informatika és a növekedés területén.

A kérdőív tervezésekor arra törekedtem, hogy a lehető legszélesebb körű elemzési és értelmezési lehetőséget biztosítsam. Ennek megfelelően a kérdések megfogalmazásánál fontos szempont volt, hogy a válaszadók számára többféle válaszlehetőséget kínáljanak. A kérdőív első része általános, feleletválasztós és dichotóm kérdéseket tartalmazott. Az információ- és információmenedzsmenttel kapcsolatos szakaszban ötfokú Likert-skálás kérdéseket is alkalmaztam a vezetői attitűdök feltárása érdekében, kiegészítve standard skálakérdésekkel, amelyek egyértelműbb válaszokat tettek lehetővé.

A válaszadási hajlandóság növelése érdekében minimalizáltam a nyitott, részletes kifejtést igénylő kérdéseket, mivel a korábbi tapasztalatok szerint a válaszadók – különösen a vezetők – kevés időt fordítanak ezek kitöltésére. A pilot interjúk során a vállalkozások vonakodtak bizalmas információkat megosztani, ezért az általános üzleti működésre vonatkozó kérdések inkább

kategorizált formában jelentek meg, nem pedig pontos adatok megadását igényelve (Babbie, 2008).

A vizsgálat több korcsoportot is érintett, amelyek sajátos jellemzői alapvetően befolyásolják a digitális oktatáshoz és a nem személyes jelenlétet igénylő tanulási formákhoz való viszonyulásukat. A szakirodalom alapján ezek a jellemzők az alábbi táblázatban foglalhatók össze:

1. táblázat. A digitális bennszülöttek és a digitális bevándorlók jellemzői

Digitális bennszülöttek	Digitális bevándorlók
Az internet az elsődleges információforrás	Az internet csupán kiegészítő információforrás
Gyors alkalmazkodás új programokhoz és technológiai fejlesztésekhez	A megszokott programok és eszközök előnyben részesítése
Befogadás vizuális és audiovizuális hatások alapján	Befogadás szövegalapú információk alapján
Alacsony intenzitású digitális kommunikáció	Magas intenzitású digitális kommunikáció
Aktív jelenlét a közösségi médiában	Heti vagy ennél is ritkább közösségimédia-használat
Gyors információfeldolgozás az online térben, hatékony döntéshozatal és keresés közbeni szelektálás	Hagyományos csatornákon szerzi be az információt, döntéseit lassabban, alapos mérlegelés után hozza meg

Forrás: Buda (2017) alapján, a saját szerkesztés; 2025.

Demográfiai elemzés és a digitális kompetenciák hatásai

A kutatás egyik kulcsfontosságú eleme a demográfiai tényezők vizsgálata volt: hogyan befolyásolják ezek a tényezők a vállalkozások digitalizációhoz való viszonyát, illetve van-e kimutatható hatásuk az életkor, a nem vagy az iskolai végzettség tekintetében. Ezen túlmenően a vizsgálat különös hangsúlyt fektetett a vállalkozásokon belüli adatbiztonsági kérdésekre, valamint a munkavállalók digitális szakmai kompetenciáinak szintjére.

A különböző szerzők által bemutatott megfontolások alapján egyértelműen látható, hogy a digitális kompetenciák jelentős hatással bírnak a szakmai és szervezeti teljesítmény különböző aspektusaira. Ezek a készségek különösen fontosak a munkavállalók szakmai tapasztalatszerzésében, a teljesítmény optimalizálásában, valamint a személyes rugalmasság növelésében, amely lehetővé teszi a munka világában bekövetkező változó elvárásokhoz való alkalmazkodást.

Továbbá a digitális készségek és a vállalati kultúra közötti kapcsolat, valamint ezen kompetenciák hatása a munkahelyi kötelezettségek és a személyes célok közötti egyensúly megteremtésére is aláhúzza fontosságukat a technológiai adaptáció, illetve az inkluzív és együttműködő környezet kialakítása szempontjából.

A digitális kompetenciák megléte hozzájárul továbbá a második nyelven történő kommunikációs képesség erősödéséhez is, különösen a globalizált üzleti környezetben.

Mindezeket figyelembe véve, és annak érdekében, hogy feltárjam a digitális kompetenciák és a foglalkoztathatósági dimenziók – ideértve a második nyelvi készséget is – közötti oksági összefüggéseket, kutatásomat a kis- és középvállalkozások körében végzem, különböző ágazatok bevonásával, hogy vizsgáljam a digitális kompetenciák és a fenti tényezők közötti kapcsolatokat.

Eredmények és értékelésük

Kutatásom kezdeti szakaszában legfontosabb célkitűzésem az volt, hogy megismerjem az általános szakirodalmat, meghatározzam a kutatási célt, valamint körvonalazzam a hipotéziseket. Elkészítettem egy tervet, amely biztosította a kutatás háttérét, és strukturált keretet adott a kutatási folyamatnak.

A következő lépés a kidolgozott kérdőív tesztelése, amelyet 5-10 vállalatvezetővel és szakértővel készített mélyinterjú keretében kívánok megvalósítani. Ezt követően a kérdőívet pontosítom és véglegesítem, majd szakmai szervezetek bevonásával igyekszem minél több válaszadót elérni, annak érdekében, hogy lehetőség szerint reprezentatív adatbázis álljon rendelkezésre. Így az eredmények társadalmi szinten is értelmezhetők és hasznosíthatók lesznek.

Következtetések

Magyarország Nemzeti Digitalizációs Stratégiája öt prioritást határoz meg a digitális állam pillér alatt:

1. a központi és regionális közigazgatás, valamint a szakmai rendszerek koordinált, felhasználóközpontú digitális fejlesztése minden platformon;
2. adatvezérelt közigazgatás kialakítása a központi nyilvántartások és a releváns háttérrendszerek közötti interoperábilis adatkapcsolatok további bővítésével, valamint az e-kormányzati szolgáltatások erősítésével;
3. intelligens települések és intelligens térségek fejlesztése;
4. a kormányzati elektronikus szolgáltatások információbiztonságának növelése;
5. a közszolgáltatások digitális fejlesztése. (Internet 3).

Ezzel összefüggésben azonban szembe kell tűnő, hogy a magyar kormány stratégiai dokumentumai kevésbé, vagy egyáltalán nem fókuszálnak a jövő valóban nagy kihívásaira, különösen a vállalkozásokat érintő nehézségek tekintetében. Az adatbiztonság, a mesterséges intelligencia, a digitális szolgáltatások felgyorsulása és az eszközök rohamos fejlődése már most is jelentős feladatokat ró a vállalatokra.

Jelenleg is nagymértékű eltérések tapasztalhatók az egyes ágazatok között a digitális eszközök és szolgáltatások alkalmazásában, ugyanakkor mindez hosszú távon (10–20 év alatt) komoly versenyhátrányt eredményezhet hazánk számára, amely 20, sőt 30–50 évvel is visszavetheti fejlődésünket.

A jelenlegi gazdasági kihívásokat figyelembe véve úgy vélem, hogy rendkívül gyors és radikális lépésekre lenne szükség annak érdekében, hogy lemaradásunk üteme ne növekedjen tovább sem az Európai Unióhoz, sem pedig a világ más fejlett államaihoz képest.

Kulcsszavak: magyar digitalizáció, felmérés, dinamikus változás, vállalkozói képességek

Irodalom

- Aranyossy M.: 2011. *Az információtechnológia üzleti értékének nyomában*. Hírelintézeti Szemle, 10. évf. 6. p. 554-574.
- Babbie, E.: 2008. *A társadalomtudományi kutatás gyakorlata*; Balassi Kiadó; Budapest
- Bloom B. S.: 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. London: Longmans.
- Buda A.: 2017. *IKT ÉS OKTATÁS Együtt vagy egymás mellett?*; Belvedere Meridionale kiadó, ISBN 978-615-5372-69-8
- Guanming Q. – Yunnan L. – Ahreum H.: 2024. *The Strategic Role of Digital Transformation: Leveraging Digital Leadership to Enhance Employee Performance and Organizational Commitment in the Digital Era*; Systems 2024, 12(11), 457; <https://doi.org/10.3390/systems12110457>
- Hollósy Zs. – Kiss L. B.: 2023. *Vállalati gazdaságtan*; ELTE, Szombathely-Keszthely; ISBN: 978-615-01-7289-7
- Internet 1: <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Gondolattar-kristo-nagy-istvan-gondolattar-1/ezredveg-68B1/teller-ed-1908magyar-szarmazasu-amerikai-fizikus-81A0/> Accessed : 2025.05.31.
- Internet 2: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-hungary>; Accessed : 2025.06.7.31.
- Internet 3: (<https://esco.ec.europa.eu/en/about-esco/escopedia/escopedia/competence>); Accessed: 2025.06.22.
- Internet 4: Ez az 5 vállalati digitalizációs trend határozza meg 2023-at <https://hrpwr.hu/cikk/ez-az-5-digitalizacios-trend-hatarozza-meg-2023-at>; Letöltés ideje: 2024.06.22.
- Juhász Cs.: 2016. *Kommunikációs elvárások a szervezetben*; KÖZÉP-EURÓPAI KÖZLEMÉNYEK 33. 2 pp. 124-133., 10 p.
- Kapronczai I.: 2007. *Információs rendszerek a közös agrárpolitika szolgálatában*. Szaktudás Kiadó Ház Budapest
- Lennon, M. – Kirsch, I. – Von Davier, M. – Wagner, M. – Yamamoto, K.: 2003. *Feasibility Study for the PISA ICT Literacy Assessment. Report to Network A*. ACER, ETS, NIER. Accessed: 2019.02.15. <http://www.oecd.org/education/school/programme-for-international-student-assessment/pisa/33699866.pdf>
- Morgan, W. J. – White, I.: 2017. *Higher Education and the Inter-national Digital Divide*. In: *Weiterbildung - Zeitschrift für Grundlagen, Praxis und Trends*, 1, 2017, p. 37-40.; Accessed 08 Aug 2025
- Raffai M.: 2003. *Információs rendszerek fejlesztése és menedzselése*; Novadat Kiadó, Győr; pp 988
- Szabóné Berta O.: 2014. *Challenges of a Questionnaire Survey on Hungarian Agricultural Information Systems by companies*; INTERNATIONAL JOURNAL OF BUSINESS AND MANAGEMENT RESEARCH 7. 1 pp. 9-18., 10 p.
- Várallyai, L. – Herdon, M.: 2013. *Reduce the Digital Gap by Increasing E-Skills*; Procedia Technology 8. p. 340-348; Letöltés: 2019.02.18. https://ac.els-cdn.com/S2212017313001072/1-s2.0-S2212017313001072-main.pdf?_tid=d7afa50f-e62f-49eb-afd8-7a1a03690a30&acdnat=1550769757_af1f21351d2eb8dc02228539bb44f9ee

THE EVOLUTION OF DIGITAL COMPETENCE IN THE EVERYDAY FUNCTIONING OF ENTERPRISES

Olga Szabóné Berta

University of Nyíregyháza, Institute of Business and Management Sciences, H-4400

Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

berta.olga@nye.hu

Summary

At the initial stage of my research, my primary objective was to familiarize myself with the relevant academic literature, define the research aim, and outline the hypotheses. I developed a preliminary plan that provided the conceptual background for the study and ensured a structured framework for the research process. Issues such as data security, artificial intelligence, the acceleration of digital services, and the rapid evolution of technological tools already impose substantial demands on enterprises.

Currently, considerable disparities can still be observed among sectors in the application of digital tools and services. The next step involves testing the prepared questionnaire through in-depth interviews. Based on their feedback, I will refine and finalize the questionnaire, after which I aim to reach as many respondents as possible with the support of professional organizations, in order to obtain a dataset that is, to the greatest extent possible, representative. This will allow the findings to be interpreted and applied at a broader societal level.

Given the present economic challenges, I believe that swift and radical actions are urgently needed to prevent the widening of this digital gap—both in relation to the European Union and to other technologically advanced countries worldwide.

Keywords: digitalization, survey, dynamic change, entrepreneurial skills

DERÍTŐSZERES TALAJKEZELÉS HATÁSA AZ ÉTKEZÉSI PAPRIKA (*CAPSICUM ANNUUM* L.) TERMESZTÉSBEN

TAREKNÉ TILISTYÁK Judit¹ – IRINYINÉ OLÁH Katalin² – HALÁSZ Judit³ – TAREK Judit
Heba⁴ - TAREK Mohamed¹

¹ Nyíregyházi Egyetem, Kutatási és Fejlesztési Innovációs Központ, H-4400, Nyíregyháza, Kótaji utca 9-11.
judit.tilistyak@gmail.com

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti
Tanszék, H-4400, Nyíregyháza, Kótaji utca 9-11. olah.katalin@nye.hu

³ Nyíregyházi Egyetem, Környezet- és Természettudományi Intézet, Biológia Intézeti Tanszék, H-4400, Nyíregyháza,
Sóstói út 31/B. halasz.judit@nye.hu

⁴ Nyíregyházi Krúdy Gyula Gimnázium, H-4400, Nyíregyháza, Epreskert út 64.

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.26>

Bevezetés

A körforgásos gazdálkodás céljából – főleg az agrár és élelmiszeripari területen – elengedhetetlen a melléktermékekben, hulladékokban rejlő hasznos anyagok visszanyerése pl. talajjavításra. Az aktív szén és bentonit keverék talajba juttatásával kapcsolatos kutatások talajjavítási és környezeti hatásokat elemeznek. Kevés kutatás irányul a gyümölcsle gyártásból származó, ún. telített derítőanyag hatásának vizsgálatára. Az ilyen anyag bár élelmiszeripari minőségű, hulladékként nyilvántartott és kezelt anyag, felhasználása korlátozott. Jelen kutatás a 2023-ban megkezdett kispacellás paprikatermesztési kísérletünk folytatása és kiterjesztése nagyobb mintaszámra, és a csökkentett mennyiségben kijuttatott derítőszer hatásvizsgálata a növényfejlődésre, a biomasszára és termelési mutatókra, és a talaj mikrobiológiai aktivitására. A kísérletet 2024 május és október között folytattuk le, Amy fajtájú étkezési fehér paprikával. A derítőszer a gyümölcsle szerves anyagaival telítődött bentonit és aktív szén keveréke volt.

Irodalmi áttekintés

A bentonit jelentősen javítja a homoktalaj víztartó képességét és csökkenti a vízvesztést, kis dózisban (0,5-1 kg/m²) is növeli a talaj pH-értékét és csökkenti a savanyúságot, valamint javítja a tápanyag-megtartó képességet (foszfor, kálium) (Káta és mtsai, 2011) Kis és közepes dózisok (0,5-1,5 kg/m²) serkentik a talaj mikrobiológiai aktivitását (Tállai, 2007). Hasonló hatású az aktív szén, növeli a talaj pH-t, a talaj kationcserélő kapacitását, nagy adszorpció kapacitású, képes megkötni szennyező anyagokat, azonban önmagában nem tápanyagforrás (Kristály, 2025). Talajban alkalmazva javíthatja a mikrobiológiai aktivitást. A bentonit hosszú távon stabilizálja a talaj szerkezetét, de túlzott mennyiségben a talaj biológiai diverzitására negatív hatást gyakorolhat, ezért dózisoptimalizálás szükséges. A gyümölcsle derítéséből visszamaradt segédanyagok (például bentonit, zselatin, enzimek, aktív szén stb.) felhasználása talajerőpótlásra nem általánosan elterjedt gyakorlat, de bizonyos esetekben lehetséges, különösen, ha a visszamaradt anyagok szerves eredetűek és nem tartalmaznak káros vegyi anyagokat. A szerves eredetű melléktermékek, mint például a gyümölcslégyártásból származó maradék gyümölcshéj, mag, rost komposztálhatóak, és így szerves trágyaként felhasználhatók a talajerő növelésére. Korábbi kutatási eredményeink alátámasztják, hogy a nagyobb dózisú derítőszer talajba juttatása kedvezőtlenül hat pl. a termés hozamra. Jelen kutatásunkban csökkentettük a kijuttatott derítőszer és megvizsgáltuk annak hatását az étkezési paprikanövény fejlődésére, a növényi biomassza mennyiségére és a termés mutatókra, valamint a talaj mikrobiológiai állapotára.

Anyag és módszer

A derítőszer: A talaj kiegészítésére gyümölcslé szerves anyagaival telített bentonit és aktív szén keverékét (kimerült derítőanyagot) egy Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében működő gyümölcslégyártó vállalkozás bocsátotta térítésmentesen rendelkezésünkre a 2023-2024 évi

termeléséből, 25 kg/műanyagzsák egységekbe csomagolva. A derítőszeren alkoholos szag nem volt érezhető, enyhén nedves volt, közepes, illetve legfeljebb maroknyi méretű rögös részeket tartalmazott, melyeket felhasználás előtt kézzel szétmorzsolgattunk és eloszlatgattunk.

A *teszt*növény az étkezési paprika *Capsicum annuum* L. Amy fajta (forgalmazza: Kesjár flora Vetőmagtermelő és Kereskedelmi Kft.). A kísérlethez a szabad gyökerű, szálas palántákat a Nyíregyházi Egyetem földművelésügyi és kertészeti fakultásán nevelték. A magvetés: 2024. március utolsó hetében, a kiültetés 8 hetes állapotban 2024. május 24-én (0. hét) történt. A palántákat a kiültetés előtt 1 hétig a termőterület mellett tartottuk, árnyékban.

A termesztési kísérlet beállításai

A *kísérleti terület* a Nyíregyházi Egyetem bemutató kertjében homok fizikai talajféleségű szabadföld volt. Az összesen 64 m² kísérleti területet 6 parcellára (3,6 m x 2 m /parcella) osztottuk, a parcellákat 1 méter széles közlekedő úttal választottuk el.

A *derítőszeres kezelések* ismétléssel (2 parcella/kezelés) az alábbi dózisokban történtek: K (kontrol; D0): 0 kg derítőszer/m², D1: 1 kg/m² (7,2 kg derítőszer/parcella) és D2: 2 kg/m² (14,4 kg derítőszer/parcella). A derítőt egyenletes rétegben, kézi kiszórással juttattuk ki az előzőleg mechanikusan gyomtalanított talajra, majd rotációs kapa tengelymélységig történő leengedésével beforgattuk a talajba.

Növényállomány: Összesen 240 db paprikapalántát ültettünk a kísérleti területre: 4 sor/parcella, 10 növény/sor, 25 cm-es tö- és 90 cm-es sortávolsággal. A kiültetést követő 3. héten szükség szerint növénycseréket hajtottunk végre: K:5 db, D1: 4 db, D2: 2 db. Az állomány fejlődésének nyomon követése heti rendszerességgel történt. A kísérletet a 21. héten, 2024. október 10-én állítottuk le, a teljes növényállományt begyűjtöttük.

Növényápolás és -védelem: rendszeresen kézi és/vagy kapás gyomirtást végeztünk. A növények öntözése naponta 4 órán keresztül a növénytövekhez kihúzott csepegtetőszalaggal történt. A csepegtetőszalag rendszeres eltömődése jelentősen visszavetette a növény fejlődést a D2 kezelés egyik parcellájában.

Vizsgált paraméterek és mérési módszerek

Testnővényre vonatkozó vizsgálatok: A növényfejlődés jellemzésére a kiültetést követő 3. héttől hetente feljegyeztük a bimbózás, a virágzás és a terméskötés meglétét, és a tenyészidőszakra vonatkozóan meghatároztuk ezek átlagos arányát. A növénymagasságot a 14. héten mértük mérőszalaggal. A növényi biomasszát jellemző friss lomb- és gyökértömeget az állomány parcellánkénti begyűjtését követően azonnal megmértük (ADAM ADK-10), melyhez azt megelőzően a gyökérzetet tapadt talajszennyeződést rázással eltávolítottuk, majd a lombot a gyökérnyaknál leválasztottuk a gyökérzetről. Az adatokat növény tövenként jegyeztük fel. Megfelelő növekedési erélyű növénynek tekintettük, ha a gyökértömeg a teljes növénytömeg 7-17 %-át képezte (Lantos, 2018).

A laboratóriumi vizsgálatokhoz begyűjtött lombmintákat (5 db/parcella) folyó csapvízben lemostuk, fonnyasztottuk és légszáritottuk. A szárátmérőt a gyökérnyaktól 1,5 cm távolságban mértük. A hamutartalom meghatározáshoz a száraz növényi részeket (szár és levél) golyósmalomban finomra őröltük (Retsch MM301), majd 250 mg mintát 550 °C-on 5 óráig hamvasztottuk (Nabertherm L5, felfűtési időtartam: 1 óra). A hamu és szárátmérő adatok 4, illetve 5 mérés átlagából kerültek kiszámításra.

Terméshozam vizsgálatok: Az érett terméseket (szárral és kocsánnyal) a tenyészidőszak alatt összesen 9 alkalommal, a 7-11. hétig hetente, valamint a 13., 15., 17. és a 20. héten gyűjtöttük össze. Szedésérettnek tekintettük azokat a bogyókat, melyeknél az epidermisz sima, feszes volt. A termés hosszát a csésze vonalához illesztett derékszögnél a termés csúcsig mért hosszúságként határoztuk meg. A bogyók egyedi tömegét Ohaus Precision 0,01 g pontosságú mérlegen mértük. A betakarított termés(bogyó) számát és a tömeg adatokat növényre vetítve adtuk meg, amit a termésre vonatkozó összes mért érték felhasználásával számoltunk ki. A növényenkénti termés tömeg alapján meghatároztuk a hektárra vetített várható termés terméshozamot.

Talajmikrobiológiai vizsgálat: Minden parcellából öt növény gyökérzónájából vettünk talajmintát. A talajmintákból decimális hígítást követően, klasszikus mikrobiológiai módszert alkalmazva Nutrient tápagaron lemezöntéssel, 26 ± 1 °C-on 48 óráig tartó inkubálást követően határoztuk meg az aerob tenyészthető mikroorganizmusok teljes telepszámát (TPC), CFU/g egységben kifejezve (CFU - telepképző egység). A 20 és 200 közötti telepszámokat tartalmazó Petri-csészéket vettük figyelembe az értékeléshez.

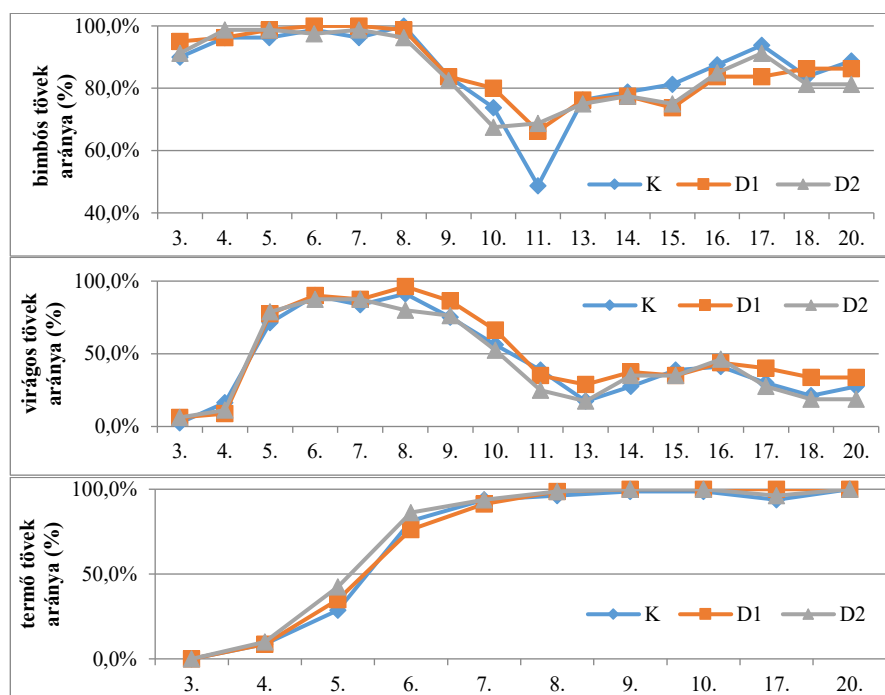
Eredmények és értékelésük

A növényfejlődés és a növény biomassza jellemzése

A növényfejlődés jellemzésére a bimbók, a virágok meglétét és a természkötést hetente nyomon követtük (1. ábra). A tenyészidőszakra számolt a növényfejlődés és a biomassza jellemzőket az 1. táblázatban mutatjuk be.

A bimbós és a termő tövek arányát illetően a kezelések között nem volt jelentős különbség. A virágzó tövek nagyobb arányát tapasztaltuk a D1 kezelésben, a heti és a tenyészidőre vetített átlagos értékek alapján.

A növénymagasság nagyobb volt a D1 kezelésben a kontrollhoz viszonyítva, viszont a kontroll és a D2 kezelésben közel megegyezett a növénymagasság. A D1 kezelésben nagyobb volt a növényre vetített lombtömeg és a gyökérzet tömege, ennek megfelelően a teljes növénytömeg átlagosan 53%-kal nagyobb volt a D1 kezelésben, mint a kontroll. A lombtömeg a gyökértömeghez viszonyítva 6-7-szer nagyobb volt a D1 kezelésben. Az előbb említett jellemzők a kontroll és a D2 kezelésben nem különböztek.



1. ábra. Generatív jellemzők hetente: bimbós tövek aránya (fent), virágos tövek aránya (középen), termő tövek aránya (lent) kezelésként (%). A vízszintes tengelyen a hetek száma látható.

1. táblázat. Növényfejlődés és biomassa mutatók a kezelésekben. * megfelelő növekedési erélyű a növény abban az esetben, ha a gyökér/növény tömegaránya 7-17% közötti. Zárójelben a kontrollhoz viszonyított változás látható a D1 kezelésben.

megnevezés	K	D1	D2
bimbós tövek aránya (%)	87	87	86
virágos tövek aránya (%)	46	50 (↑10%)	44
termő tövek aránya (%)	78	79	81
növénymagasság (cm/növény) 14. hét	37	41	35
növényszám (db) 20.hét	78	80	78
lombtömeg (g/növény)	109	169 (↑55%)	100
gyökértömeg (g/növény)	16	23 (↑44%)	15
egész növény tömege (g/növény)	125	192 (↑53%)	115
lomb/gyökér tömegaránya (g/g)	6,3	7,3 (↑16%)	5,7
gyökér/növény tömegarány* (g/g100)	15%	13%	17%
megfelelő növekedésű* növénytövek aránya (%)	88%	75%	55%
száma (db)	69	60	43
szárátmérő (cm/növény)	0,96	1,05 (↑9%)	0,90
szár hamutartalma (%)	5,1	5,0	4,2
levél hamutartalma (%)	18,6	18,9	17,6

A szárátmérő – szintén a D1 kezelésben – 9% -kal nagyobb volt. Az állomány döntő része megfelelő növekedési erélyű volt: a kontroll esetén 88%, a D1 kezelés esetén 75%, míg a D2 kezelésben az állománynak csak az 55%-a fejlődött megfelelően. A szár és a levél hamutartalma közel 19%, a kontroll és a D1 kezelésben nem különbözött, a D2 kezelésben kisebb volt.

Termésjellemzők

A termésre vonatkozó eredmények a 2. táblázatban láthatók. A tenyészidőszak alatt a D1 területről betakarított összes terméstömeg és termésszám átlagosan 37%-kal haladta meg a kontroll eredményeit. Ezzel párhuzamosan a bogyótömeg alig tért el a kontrolltól, hasonlóan a bogyóhossz és vállátmérő esetén is. A D2 kezelés egyik parcellájában keletkezett öntözési probléma miatt a mért értékek jelentősen kedvezőtlenebbek voltak és a termésjellemzők átlagértékei torzultak.

2. táblázat. Termésjellemzők

megnevezés	K	D1	D2
egyedi terméstömeg (g/növény)	563	759 (↑35%)	423
egyedi termésszám (bogyó/növény)	14	17 (↑21%)	11
bogyótömeg (g/bogyó)	57,1	57,3	47,2
bogyóhossz (cm/bogyó)	8,3	8,2	7,5
bogyó vállátmérő (cm/bogyó)	4,32	4,33	3,77
várható terméstömeg (t/ha)	31,3	42,2	23,5

A talaj mikrobiológiai aktivitása

A talajminták mikrobiológiai vizsgálata során meghatároztuk a tenyésztethető mikroorganizmusok teljes telepszámát (TPC), amely a mikrobiális aktivitás egyik fontos indikátora. Az eredmények alapján a derítős kezelések szignifikáns hatással voltak a talajban élő, tenyésztethető mikroorganizmusok számára.

A kontroll kezelésben az átlagos TPC érték $3,29 \times 10^8$ CFU/g talaj volt. Az 1 kg/m^2 dózisú derítőszeres kezelés (D1) esetében a TPC jelentősen csökkent, $0,985 \times 10^8$ CFU/g értéket mutatva, míg a 2 kg/m^2 -es kezelés (D2) során enyhe emelkedés volt tapasztalható, $1,17 \times 10^8$

CFU/g talaj átlaggal. A kezelések hatására tehát a kitenyészthető mikroorganizmusok mennyisége számottevően csökkent, különösen az alacsonyabb dózisnál.

Az eredmények arra utalnak, hogy a derítőanyag alkalmazása dózis függően csökkentette a talajban élő, aerob, tenyészthető mikroorganizmusok számát. A legnagyobb visszaesést a D1 kezelés esetében tapasztaltuk, míg a D2 kezelés során részleges visszarendeződés figyelhető meg. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy a tenyészthető mikroorganizmusok számának csökkenése nem feltétlenül jelent általános mikrobiális aktivitáscsökkenést. Elképzelhető, hogy a derítőanyag hatására a mikrobiális közösség összetétele megváltozott, és olyan csoportok váltak dominánssá, amelyek a laboratóriumi körülmények között nem, vagy csak nehezen tenyészthetők (pl. anaerob, oligotróf vagy spórák mikrobák). A csíraszám csökkenése tehát utalhat funkcionális és taxonómiai átrendeződésre is.

Következtetések

A gyümölcsle maradványokat tartalmazó aktív szén és bentonit keverékét tartalmazó derítési segédanyag jó hozamnövelő alternatíva a paprika kertészeti kultúrában. A talaj mikrobiális közösség szerkezetének mélyebb feltárása céljából a talajmintákból foszfolipid-zsír-sav (PLFA) alapú biomarker vizsgálatot tervezünk, amely lehetővé teszi a különböző mikrobacsoportok (pl. baktériumok, gombák, aktinobaktériumok, Gram-pozitív / Gram-negatív szervezetek) arányának és dinamikájának értékelését, beleértve azokat is, amelyek nem tenyészthetők klasszikus mikrobiológiai módszerekkel.

Összefoglalás

A gyümölcsle maradványokat tartalmazó aktív szén és bentonit keverékét tartalmazó derítőszerrel történt talajkezelés már 1 kg/m² dózisban jelentős hozamnövekedést eredményezett: növelte a virágos tövek arányát 10%-kal, a növényi biomassza mennyiségét 53%-kal, a termésmennyiséget átlagosan 35%-kal az Amy fajtájú étkezési paprika esetén. A derítőszer talajra kifejtett hatása további vizsgálatot igényel.

Kulcsszavak: bentonit, aktív szén, paprika, hozamnövelés, talajjavítás

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az Eszat Kft.-nek, Siposné Gulyás Ritának, Tarek Teréziának és Tarek Ferencnek a kutatás végrehajtásához nyújtott segítségét.

Irodalom

Káta J., Jakab A., Sándor Zs., Zsuposné Oláh Á., Tállai M. (2011): *Bentonit és zeolit hatása egy savanyú homoktalajon*. Agrokémia és Talajtan, 60 (1). pp. 203-218. ISSN 0002-1873 (<https://doi.org/10.1556/Agrokem.60.2011.1.15>)

Kristály F. (2025): A szén talajjavításra és táplálásra alkalmas formái. Agrárágazat 2025/4. lapszám – 2025. április 20. (<https://agraragazat.hu/hir/szenalapu-talajjavitok-szerepe/>)

Lantos F. (2018): *Capsicum* genus. „A paprika fajok eredete”. pp. 14. ISBN 978-615-00-3030-2 ([capsicum_genus.pdf](#))

Tállai M. (2007): Bentonit hatása a talajmikrobák mennyiségi előfordulására, a CO₂-képződésére, valamint a szacharáz enzim aktivitására. Agrártudományi Közlemények, 2007/26. Különszám, pp. 287-293. (*Bentonit hatása a talajmikrobák mennyiségi előfordulására, a CO₂-képződésére, valamint a szacharáz enzim aktivitására - PDF Free Download*)

EFFECT OF SOIL TREATMENT WITH CLARIFYING AGENT DERIVED FROM JUICE PROCESSING ON THE PRODUCTION OF SWEET PEPPER (*CAPSICUM ANNUUM* L.)

Judit Tarek-Tilistyak¹, Katalin Irinyiné Oláh², Judit Halász³, Heba Judit Tarek⁴,
Mohamed Tarek¹

¹University of Nyíregyháza, Centre of Research Development and Innovation, H-4400
Nyíregyháza, Kótaji str. 9-11.
judit.tilistyak@gmail.com

²University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
olah.katalin@nye.hu

³University of Nyíregyháza, Institute of Environmental and Natural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
halasz.judit@nye.hu

⁴Krúdy Gyula Secondary Grammar School, H-4400 Nyíregyháza, Epreskert str. 64.

Summary

According to the purpose of circular management, especially in the agricultural and food industry, it is essential to recover the nutrients from the by-products or wastes e.g., for soil improvement. Researchers examine the incorporation of a mixture of activated carbon and bentonite into soil, focusing on its capacity to enhance soil properties and its associated environmental impacts. Meanwhile there is little research on the effect of so-called saturated clarifying agent from fruit juice production. Although these materials classified and managed as waste, they can be suitable alternative in agriculture from more points of view. This study extends our previous small-plot sweet pepper cultivation experiment (initiated in 2023) to a larger sample size. In this phase, a reduced amount of clarifying agents was applied to assess their effects on plant development, biomass accumulation, and yield-related indicators. This experiment conducted from May to October 2024 using the Amy variety of white bell pepper (*Capsicum annuum* L.). The clarifying agent was the mixture of bentonite and activated carbon saturated with raw fruit juice organic materials from juice processing. Soil treatment with this clarifying agent already resulted in a significant yield with a dose of 1 kg/m²: it increased the proportion of flowering plant units by 10%, the plant biomass' weight by 53%, and the yield of sweet pepper berry by an average of 35%. The clarifying agent reduced the number of aerobic, cultivable microorganisms (total plate count) in the soil depending on the dose.

Keywords: bentonite, activated carbon, *Capsicum annuum*, soil improvement, yield enhancement.

SUSTAINABLE FORESTRY: PRINCIPLES AND METHODS

*Timea MAKSZIM GYÖRGYNÉ NAGY*¹ – *Béla LUKÁCS*² – *Géza SZOKOLOVSZKI*³ – *György POCSAI*⁴ – *Richárd ISKI*⁵ – *Edit KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK*⁶ – *Béla SZABÓ*⁷

¹ Nyíregyházi Egyetem Alkalmazott Humántudományok Intézete, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b, makszim.gyorgyne@nye.hu

² Nyíregyházi Egyetem Nyelv- és Irodalomtudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b, lukacs.bela@nye.hu

³ NYÍRERDŐ Erdészeti Zrt. Nyíregyházi Erdészet, 4481 Nyíregyháza, Muskotály utca 87.,

⁴ NYÍRERDŐ Erdészeti Zrt. Nyíregyházi Erdészet, 4481 Nyíregyháza, Muskotály utca 87., gyorgy.pocsa@nyirerdo.hu

⁵ NYÍRERDŐ Erdészeti Zrt. Nyíregyházi Erdészet, 4481 Nyíregyháza, Muskotály utca 87., richard.iski@nyirerdo.hu

⁶ Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/b, krajnyak.edit@nye.hu

⁷ Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/b, szabo.bela@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.27>

Introduction

Sustainable forest management is of key importance to maintain the long-term ecological, economic and social roles of forests, contributing to environmental balance, economic benefits and community well-being. Sustainable forest management is the practice of managing and using forests to meet current needs while ensuring that forest health, productivity and biodiversity are maintained for future generations. This approach takes into account the ecological, economic and social role of forests and aims to manage forest areas in a sustainable way in the long term. In this study, we aim to present forestry practices that contribute to the long-term conservation of forests and meet international sustainability criteria. To achieve our objective, we used qualitative research and conducted expert interviews.

A Review of Literature

The classical and conscious interpretation of sustainability is the complex unity of the environment-society-economy triad (Bándi, 2013). Ecological sustainability refers to the conservation of forest biodiversity, ecological processes and health, including the protection of the soil, water and air quality (Daily and Ehrlich, 1992). Economic viability is nothing less than the provision of the economic aspects of forest management, including the sustainable production of wood-based and non-wood products and the support of local communities' livelihoods. Finally, social responsibility means taking into account the social aspects of forest management and use, including the involvement of local communities, respect for indigenous peoples' rights and equitable distribution of forest resources.

Sustainable forest management practices are supported and regulated by a number of international organisations and guidelines, such as the Forest Stewardship Council (FSC) and the Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). These organisations offer a range of certification schemes to ensure that forest management practices meet sustainability criteria.

The literature-based concepts of sustainable forest management may be more detailed and complex than general descriptions. Academic and professional sources generally approach sustainable forest management from multiple perspectives (Makszim and Soós, 2025), including ecological, economic and social aspects. In the following, I aim to explain the concepts in more detail based on the literature.

Ecological sustainability has two aspects: biodiversity conservation and maintenance of ecological processes (Soós and Nagyné, 2024). Biodiversity conservation means that sustainable forest management ensures that forest biodiversity is maintained, including the conservation of plant and animal species as well as the protection of ecosystems and habitats (Spellerberg and Hargrove, 1992). The spread of invasive plant species and the loss of natural habitats increase the risk of the extinction of protected species. *Ex situ* conservation and targeted propagation in botanical gardens are efficient complementary tools (Csabai et al. 2011; Farkas et al. 2025) and may also contribute to long-term studies of the impacts of invasive species (Csecserits et al.

2018). Maintenance of ecological processes refers to the maintenance of ecological functions and processes (e.g. nutrient and hydrological cycles) in forests for long-term sustainability (Noss, 1990).

Economic sustainability means economic profitability on the one hand and resource efficiency on the other (Soós, 2023). Economic profitability means that sustainable forest management ensures that the economic activities of the forests remain profitable in the long term, including the production of wood-based and non-wood forest products. Resource efficiency refers to the more efficient use of resources in management practices, minimizing waste and maximizing yield (Davis and Johnson, 1987).

Social sustainability also has two essential contents: one is community participation and the other is social justice (Moravec, 2022). Community participation is the process by which sustainable forest management promotes the involvement of local communities in decision-making processes, ensuring that the interests and traditions of communities are respected (Colfer and Capistrano, 2005). Social justice essentially refers to the equitable distribution of forest resources, taking into account the rights and needs of different social groups (e.g. indigenous peoples, minorities) (Shiva, 1988).

Sustainable Forest Management Principles and Practices at International Level

Based on its international literature, sustainable forest management principles and practices include a number of specific methods and approaches to ensure the long-term sustainability of forests. Below are some of the key practices and strategies that are widely recognised and applied in different parts of the world.

One of the most important principles in forest management is the principle of reforestation, which means restoring felled or degraded forest areas by planting native species. The planting of native species and natural regeneration help to restore the original ecosystem and biodiversity (Lamb and Sutton-Smith, 2014).

Ulrich Mergner, in his 2021 book *Das Trittsteinkonzept* [The Stepping Stone Theory], describes his 30 years of experience in forest management and confirms three basic forest management theses with sustainability in mind. In his work, he stresses that forest management integrated with conservation is more efficient in maintaining and enhancing ecological diversity and more efficient in management than passive conservation or purely profit-oriented governance is. Protecting many small areas or leaving them out of production will result in much greater biodiversity than a passively protected 'forest reserve' of the same area. The management following his principles significantly increases the ecological diversity of forests - and hence their natural value - and with it their resistance to all kinds of damaging impacts.

Target-diameter harvesting is used to fell only specific sizes and species to minimise disturbance to the ecosystem. The trees suitable for felling are identified, taking into account species composition and their regeneration capacity (Putz et al. 2012). This method minimizes damage to forest structure and biodiversity and is very widespread in different parts of the world, for example, outside Europe it is often used in the Amazon rainforest or the Congo Basin, too.

Landscape-scale planning is a strategy rather than a practice, based on a landscape-scale approach to forest management that takes into account ecological contexts and the impacts of surrounding areas. In practice, ecological corridors are created and protected areas are designated for sustainable development. This approach is used in North America and Europe, focusing on the establishment of a network of protected areas and the maintenance of ecological corridors (Forman, 1995). In Hungary, this planning is applied in a similar manner: during district forest planning, the tasks and opportunities that may be done in the forests of the forest planning district are planned every 10 years in a way that harvesting may be balanced and sustainable in the entire district. Specifications are set for the whole district, e.g. how much forest area not serving timber production should be selected.

Among the practices, it is important to highlight forest protection measures, such as regular monitoring, the use of biological control methods and the development of fire prevention strategies — mainly aimed at preventing various pests, diseases and natural disasters. Certification schemes are also a best practice, both applying and monitoring sustainability standards in management practices. The FSC (Forest Stewardship Council) or PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) was established to promote responsible forest management, ensuring compliance with sustainable practices and increasing market access. In addition to environmental protection, economic, social and human rights considerations are also important criteria in the FSC and PEFC standards (Fodor, 2015).

Community forestry is about actively involving local communities in forest management and decision-making. That is ensured through a range of education and training activities to promote community interests and sustainability. It is a method used in Nepal and Mexico, Canada and Sweden, which integrates the ecological balance of forests and the long-term health of ecosystems (Grumbine, 1994). It is similar in Hungary, too: at certain stages of the forest planning process, civil society can have a say and comment, and planning is done in a quasi-public manner.

Finally, monitoring and adaptive management is a method of continuously reviewing and modifying forest management practices in the light of experience and new scientific results. Adaptive management methods used in the United States and Australia continuously evaluate and modify management plans for sustainability (Holling, 1978).

These methods and practices cover different aspects of sustainable forest management and aim to maintain the long-term health and productivity of forests, while ensuring economic and social benefits.

Sustainable Forest Management Practices in Hungary

In Hungary, the practice of sustainable forest management includes a number of specific methods and approaches to ensure the long-term ecological, economic and social sustainability of forests. Below we detail the most important sustainability practices that are decisive from the viewpoint of the long-term strategy of forest management in Hungary.

Close-to-nature forestry means that forest management practices favour natural processes and native species, for example by promoting oak (*Quercus*) and beech (*Fagus sylvatica*) as native species and discouraging alien species such as acacia (*Robinia pseudoacacia*).

Target-diameter (selective) harvesting, reforestation, landscape-scale forest management, community forest management, the application of forest protection measures and certification schemes are also present in Hungary, in line with international practices. Selective logging is exemplified by *Pilisi Parkerdő* [Pilis Park Forest]; projects in *Duna-Dráva Nemzeti Park* [Duna-Drava National Park] to restore floodplain forests (Internet1) illustrate reforestation. It is in *Aggteleki Nemzeti Park* [Aggtelek National Park] that landscape-scale planning and ecological corridors aiming to ensure the free movement of wildlife and the conservation of biodiversity have been introduced. Examples of community forestry practices include the Börzsöny Mountains and those of forest protection measures *Mátrai Tájvédelmi Körzet* [Mátra Landscape Protection Area]. Several Hungarian organisations are FSC certified.

Adaptation to climate change is a method of changing forest management practices to mitigate the effects of climate change and increase the resilience of forests. Planting drought-tolerant tree species and improving forest water management, for example in *Kiskunsági Nemzeti Park* [Kiskunság National Park], are good examples of climate-smart forestry (Internet2).

Why Is Sustainable Forest Management Approach Important?

Forests are home to a significant proportion of the Earth's wildlife and play an important role in conserving biodiversity. Sustainable forest management ensures that habitats and species are maintained. Forests provide ecosystem services such as water filtration, soil protection, carbon

sequestration and oxygen production. They play a significant role in mitigating climate change by capturing and storing large amounts of carbon dioxide. Sustainable forest management contributes to climate change mitigation. In addition to ecological considerations, it is also economically rewarding to use sustainable methods, as these solutions contribute to a more efficient use of forest resources, minimizing waste and maximizing yields. Farmers and companies adopting sustainable forestry practices can often have advantageous market access and competitiveness, especially in markets where sustainability certifications are valued. On the social-welfare side, forests are the main source of livelihood for many local communities, while they also have significant cultural, recreational and health values. Sustainable forest management ensures that these communities can benefit from forests in the long term without depleting them. Sustainable management practices are based on the principles of community participation and equity, involving local communities in decision-making and ensuring that their interests and rights are respected. Ultimately, the sustainable use of forests contributes to social well-being by ensuring the long-term use of forest land and the economic stability of communities.

Material and method

To support our objectives, we conducted qualitative research through expert interviews. Qualitative research is an exploratory method that will not produce quantitative outputs. It is a qualitative and not a quantitative approach. It is based on a small sample and aims at understanding the problem (Makszim, 2019). The reason for choosing this methodology was clearly to explore the practices of sustainable forest management through the example of *Nyírerdő Erdészeti Zrt.* [Nyírerdő Forestry Company], involving experts (forest engineers). The interview was conducted in a semi-structured format, based on pre-set questions, but, as a matter of course, there were also some open-ended questions of the interviews beyond the questions. The subjects of the expert interviews were three certified forest engineers from Nyíregyháza Forestry of *Nyírerdő Zrt.* Applying their expertise, experience and deep commitment to sustainable forest management, they answered our research questions. The expert interviews took place in June 2024 and lasted 45-50 minutes.

Results and their Evaluation

To understand the methods and principles of sustainable forest management, I conducted expert interviews with three forest engineers of *Nyírerdő Zrt.* along semi-structured questions. The qualitative research and its questions revolved around four main themes:

1. Planning sustainable forestry;
2. Sustainability rules;
3. Changes in sustainability practices and devices;
4. Precision forestry.

Planning, or the Cornerstone of Forestry

The first step in the complex process of forest management is the planning phase, which is used to manage the forest in a given area (district). The document itself is called district forest plan, which precisely describes each forest area in terms of what operations and tree species are to apply and in how large area. It is a long-term strategic plan covering a 10-year period. Forest planning aims to ensure the sustainable use and protection of forests, taking into account ecological, economic and social aspects.

The management of *Nyírerdő Zrt.* is characterised by a trend of increasing timber volume, as an important principle in their approach is to deliberately leave forest areas without human intervention for a longer period of time. An important basic rule is to replace a forest with another one within two years. The principle of proportionality in planning can be traced, so in practice

160-170 hectares are planned for final use per year, approx. 70 per cent of which is actually realized. They also stressed the long-term objective of favouring native species over alien species in management.

The Legal Framework for Sustainability

Natura 2000 areas (e.g. *Sóstói Erdő* [Sóstó Forest]) are dominant among the areas managed by *Nyírerdő Zrt.*, where special rules and environmental regulations apply to all work phases, from soil preparation to stumping.

The *Nyírerdő Zrt.* is FSC-certified, a system that assesses the quality of forest management and at the same time demonstrates its commitment to sustainable development. The standards system is based on environmental awareness, sustainability and responsibility for maintaining ecological balance. This principle is at work in *Nyírerdő Zrt.*, where, with the felling of young or sick trees being necessary, replanting is also ensured, preserving biodiversity. The FSC certification not only imposes strict rules on the use of chemicals, but also stipulates that indigenous populations should be given preference in employment.

Sustainability Practices and Methods

The choice of forest management practices is fundamentally determined by the specificity of the sandy soils of *Nyírség*, so the effects of climate change are particularly pronounced here, in the following ways:

- The loose, sandy soil of the *Nyírség* region drains water quickly. The decreasing annual precipitation and the uneven distribution (long periods of drought followed suddenly by high amounts of rainfall) exacerbate soil drying. This affects tree growth and reduces the chances of natural regeneration.
- Warmer weather increases evaporation, further reducing the moisture available in the soil. The lengthening of the growing season means that trees need water for prolonged periods of time, but it is not available.
- Traditionally planted species, such as acacia (*Robinia pseudoacacia*) or black pine (*Pinus nigra*), can resist arid conditions to an ever-decreasing extent. Some native species of the *Nyírség*, such as pedunculate oak (*Quercus robur*) or common hornbeam (*Carpinus betulus*), may decline or be maintained only artificially. At the same time, invasive species such as ailanthus (*Ailanthus altissima*), black cherry (*Prunus serotina*), common hackberry (*Celtis occidentalis*), box elder (*Acer negundo*), green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) have been spreading, which, in the absence of natural enemies, displaces native species and affects the ecological balance and economic value of forests. While knotweed (*Reynoutria japonica*) and oleaster (*Elaeagnus angustifolia*) are not very common, black cherry (*Prunus serotina*), box elder (*Acer negundo*), common hackberry (*Celtis occidentalis*), and indigo bush (*Amorpha fruticosa*) are a serious threat for the forest structure, the goals of conserving nature, and, very often, even for economic profit.
- The warming favours certain pests (e.g. European spruce bark beetle (*Ips typographus*), goat moth (*Cossus cossus*), which can cause large-scale forest destruction. Weakened trees become more susceptible to fungal and bacterial infections.
- Instead of natural regeneration, artificial reforestation is more often necessary, which is more costly but more certain to produce a result. The introduction of new tree species is not common at present, but the use of propagating material of native species from the south (Serbia, Bulgaria, etc.) has been considered.

Climate change is a major stress factor for forest holdings in the sandy regions of *Nyírség*. The key to adaptation could be agro-forestry, i.e. farming with a combination of agricultural crops and trees, e.g. poplar (*Populus*) and maize (*Zea mays*). In addition, it is a good practice in forest management to create climate-tolerant forest structures (heterogenous, mosaic, and mixed forests).

Precision Forestry

The use of modern digital solutions (drones, geoinformatics systems) has also become a key factor in forest management. High-resolution images collected by drones and satellites allow precise monitoring of forest conditions and changes. These tools help in the early detection of illegal logging and forest fires, as well as in monitoring regeneration processes and forest health. The use of digital technologies enables more accurate development and implementation of forest management plans and the monitoring of the progress towards sustainability goals.

Conclusions

The future of sustainable forest management faces several challenges and has a number of opportunities that determine how forest management can be further developed and adapted to changing environmental, economic and social conditions. Technological advances, including precision forestry and Big Data, could be trends that influence the future of sustainable forest management. The use of drones, remote sensing, GPS and GIS technologies will enable more accurate monitoring and management of forest conditions. These devices help to increase the efficiency of selective logging and forest restoration. Large-scale data collection and analysis can help to better understand forest health and growth and fine-tune sustainability strategies. Adaptation to climate change, with the planting of drought- and climate-tolerant tree species as an important element, can provide another direction for future forest management. Carbon sequestration, carbon dioxide credits and other financial incentives can help maintain forests and increase carbon sequestration.

In the future, valuating and integrating forest ecosystem services (e.g. water filtration, soil conservation, recreation) into economic models could help to support sustainability. Certification schemes such as FSC and PEFC are playing an increasingly important role in promoting sustainable practices. Increasing consumer awareness of sustainable products could further increase the importance of these certifications. The involvement of local communities in educational institutions is the key to educating them about sustainability (Moravec and Kovács, 2025), which ultimately contributes to the success of forest management. Involving communities and their young generations can ensure that forest management practices are essential to local needs and circumstances. The support of national and international policies and legislation is essential to promote sustainable forest management. These frameworks should encourage the use of sustainable practices and protect forests. Agro-forestry and integrated land management can promote sustainable management of forests and agricultural land, increasing biodiversity and soil fertility. International cooperation and programmes, such as the UN REDD+ programme, can help promote sustainable forest management and combat climate change. International knowledge sharing and exchange of best practices can help to improve forest management practices and promote sustainability.

Summary

The future of sustainable forest management is promising, but it faces many challenges. Technological advances, adaptation to climate change, economic and social support and innovative management practices can all contribute to the sustainable management and conservation of forests for future generations. Innovations in sustainable forest management help forests to maintain their ecological, economic and social role in the long term. New technologies, management methods and community approaches enable forests to serve current and future generations in a sustainable way.

Keywords: sustainable forest management, *Nyírség*, biodiversity, expert interview

Literature

- Bándi Gy.: 2013. A fenntarthatóság értelmezésének egyes jogi szempontjai. MTA Doktori Értekezés
- Colfer, C.J.P. – Capistrano, D.: 2005. The politics of decentralization: forests, people and power. Earthscan Forestry Library London, UK, Earthscan Publications. 322p.
- Csabai, J. – Nagy, Z. – Mátyás, A. T.: 2011. In vitro shoot proliferation of *Telekia speciosa* induced by different cytokinins. *Acta Biologica Hungarica*, 62(4), 453–462. <https://doi.org/10.1556/ABiol.62.2011.4.10>
- Csecserits A. – Barabás S. – Csabai J. – Devescovi K. – Hanyecz K. – Höhn M. – Kósa G. – Németh A. – Orlóci L. – Papp L. – Pándi I. – Ruborits T. – Sütöriné Diószegi M. – Sztár K. – Tihanyi Gy. – Papp László: 2018. Hazai botanikus kerti tapasztalatok az európai uniós inváziós listán szereplő szárazföldi növényekkel kapcsolatban. *Botanikai Közlemények*, 105(1), 143–154. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2018.105.1.143>
- Daily, G. C. – P. R. Ehrlich.: 1992. Population, sustainability, and Earth's carrying capacity. *BioScience* 42.10 761–771.
- Davis, L. S. – Johnson, K. N.: 1987. *Forest Management*. New York: McGraw-Hill, 790 pp.
- Farkas, D. – Csabai, J. – Kolesnyk, A. – Szarvas, P. – Dobránszki, J.: 2025. In vitro micropropagation protocols for two endangered *Dianthus* species – via in vitro culture for conservation and recultivation purposes. *Plant Methods*, 21(13). <https://doi.org/10.1186/s13007-025-01335-2>
- Fodor L.: 2015. Környezetjog. Debreceni Egyetem, Állam- és Jogtudományi Kar az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával
- Forman, R. T.: 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10, 133–142.
- Grumbine, R. E.: 1994. What is ecosystem management? *Conservation biology*, 8(1), 27–38.
- Holling, C. S.: 1978. Adaptive environmental assessment and management. John Wiley & Sons.
- Lamb, M. E. – Sutton-Smith, B.: 2014. Sibling relationships: Their nature and significance across the lifespan. Psychology Press.
- Makszim Gy. N. T.: 2019. Statisztika II. Nyíregyháza, Nyíregyházi Egyetem, 131 p.
- Makszim Gy. N. T. – Soós A.: 2025. Land Sharing and Land Sparing in Agriculture – Can We Change Our Attitudes? EUROCHOICES 2025 Paper: 12459, 7 p. (2025)
- Moravec M.: 2022. Diákok sportja - hallgatók egészségtökéje?: a mindennapos testnevelés jéghegy-modellje a hallgatói egészségtudatosság és eredményesség tükrében Szeged, Magyarország: Belvedere Meridionale, 273 p. ISBN: 9786156060624
- Moravec M. – Kovács K. E.: 2025. The Role of Well-Being as a Value in Students' Health-Conscious Lifestyles in the Context of the Role of Daily Physical Education DOI: <https://doi.org/10.2478/pccsr-2025-0009>, PHYSICAL CULTURE AND SPORT STUDIES AND RESEARCH 2025 Paper: 2025-0009 (2025)
- Mergner U.: 2021. A lépőkő-elmélet. Pro Silva Hungaria
- Noss, R. F.: 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4, 355–364.
- Putz, F. E. – Zuidema, P. A. – Synnott, T. – Peña-Claros, M. – Pinard, M. A. – Sheil, D. ... & Zagt, R.: 2012. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. *Conservation letters*, 5(4), 296–303.
- Shiva, V.: 1988. Political Economy of Ecology Movements. *Economic and Political Weekly* Vol. 23, No. 24, pp. 1223–1232
- Soós A.: 2023. Gazdálkodók kihívásai az aszályos időszakokban. *ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS* 64: Különszám 2. pp. 78–86., 9 p.
- Soós A. – Nagyné P. K.: 2024. Fenntarthatóság és a klímaváltozás elleni küzdelem az Agro-Ökológiai Program „Forgatás nélküli talajművelési” módszerével. *MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA* 65 pp. 2–7., 6 p. (2024)
- Spellerberg, I. F. – Steven R. Hardes S. R.: 1992. *Biological Conservation*. Cambridge University Press, ISBN: 0521397863, 9780521397865
- Internet1: <https://parkerdo.hu/parkerdo/folytatodik-budapest-kornyekenek-egyik-legnagyobb-erdofelujitasa/>
<https://obuda.hu/tajekoztatasi-erdokezesrol/> (letöltés dátuma: 2025.04.30.)
- Internet2: <https://www.knp.hu/hu/hirek/kerteszeti-korulmenyek-kozott-nevelt-novenyeket-ultettunk-ki-helyreallitott-gyepes-elohelyekre-435> (letöltés dátuma: 2025.04.29.)

A GYEPHASZNOSÍTÁS HATÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE A TISZAVASVÁRI-JÓZSEFHÁZA NATURA 2000-ES GYEPTERÜLETEN

TÓTH Csilla – GENCSI Cintia

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/B, e-mail:
toth.csilla@nye.hu, gencsicintia@gmail.com

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.28>

Bevezetés

A Natura 2000 egy olyan ökológiai hálózat, melyet az Európai Unió tagállamai hoztak létre annak érdekében, hogy a természetes élőhelyeket és veszélyeztetett fajokat hosszú távon megvédjék, megőrizték. A hálózat két fő irányelven alapul: a Madárvédelmi irányelven (1979) és az Élőhelyvédelmi irányelven (1992). A Natura 2000 hálózat védelme alatt álló gyepek természetvédelmi szempontból kiemelkedő jelentőségűek, gazdag biodiverzitásuk és ökológiai funkcióik révén fontos szereppel bírnak az élőhelyek megőrzésében. A választott gyepterület elemzése során annak ökológiai állapotának és gyepalkotóinak felvételezése, a rendelkezésre álló gyeptermés mennyiségének, eloszlásának, a legeltetés és a környezeti tényezők befolyásoló szerepének növényállományra gyakorolt hatásának vizsgálata volt a cél. További célunk volt a figyelem felhívása a védelem alatt álló területek, különösképpen a gyepterületek fontosságára a természetvédelmi értékek megőrzése szempontjából, a gyepek állapotának felmérésére és azok javítására, a természettel egyensúlyban lévő gazdálkodás nélkülözhetetlenségére, illetve javaslattevél a gyepterületek hatékonyabb és fenntarthatóbb hasznosítására.

Irodalmi áttekintés

Noha Magyarországon több évszázados hagyománya van a legeltetéses gyephasznosításnak, napjaink gyepgazdálkodását a gyepterületeink (és állatállományunk) nagyságának csökkenése jellemzi. Gyepeink minősége jelentősen elmarad a kívánt minőségtől, jelentős részük másodlagos vagy féltermészetes gyep, amelyek emberi beavatkozás hatására jöttek létre (Szigetvári, 2015): gyepterületeink meghatározóan kivágott erdők helyén alakultak ki, vagy leromlott szántók termeléséből történő kivonásával és begyepesítésével jöttek létre, míg sok esetben jóminőségű gyepünket feltörték, helyükön szántókat alakítottak ki. Ebből kifolyólag a hazai gyepek közel háromnegyede alacsony termőképességű (Béri et al., 2004; Tasi, 2007 2018).

A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint Magyarország mezőgazdasági területeinek mindössze 16%-a tartozik gyepművelési ágba (KSH, 2023), ami 793 ezer hektárt jelent. Gyepgazdálkodásunk romló helyzetét jelzi az is, hogy ezen gyepterületek 40%-a hasznosítatlan gyep (parlaggyep), alulhasznosított degradált gyep, vagy a helytelen gyephasznosítás, a gyepápolási munkák teljes hiánya jellemzi azokat (Tasi, 2003, 2006, 2007, 2018; Tasi et al., 2014).

A hanyatlás számos okra vezethető vissza: elmaradt agrotechnika, szakszerűtlen gyephasznosítás, jó minőségű gyepek feltörése és szántóföldként történő hasznosítása, természetvédelmi kezelés alatt álló gyepterületeket jellemző megszorító rendelkezések, a minőségi munkaerő eltűnése, a szaktudás hiánya (Vinczeff, 1993, 2001, 2003, 2005, 2006). A gazdálkodási körülmények nagyfokú megváltozása miatt nagyban átalakult a gyephasznosítási gyakorlat, megváltoztak a gazdák igényei is (Forgó et al., 2009). Hazánkban is túlsúlyba kerültek az olyan gyepterületek, ahol természetvédelmi célú gyepgazdálkodást írnak elő a különböző rendeletek, esetlegesen ezt a gazdálkodási formát maguk a tulajdonosok vállalják támogatás fejében. A fentiek eredményeképpen azonban sokszor problémát jelent a gyepre alapozott állattartás minőségi és gazdaságos takarmányigényének kielégítése, pedig megfelelő feltételek mellett, az ökológiai adottságokhoz adaptált helyes gyepgazdálkodási rendszerekkel az állattartás 70-80%-a gyepre alapozott lehetne. Hazai gyepterületeink termésátlaga az ökológiai adottságoktól, a hasznosítási formától, valamint a hasznosítás színvonalától függ, de átlagosan 1,5 t/ha szárazanyag hozam körül alakul (Szemán, 2006).

A gyepek ökológiai egyedülálló rendszerek, melyek nemcsak olcsó, de értékes és nagy tömegű takarmánybázis biztosítását teszik lehetővé (Penksza et al., 2013; Kovács et al., 2013), hanem élőhelyet biztosítanak, jelentőségük van a biodiverzitás megőrzésében (Saláta et al., 2011, 2012; Szabó et al., 2010, 2011; Kiss et al., 2011). A gyepek biodiverzitása fontos gyepgazdálkodási és természetvédelmi szempontból egyaránt (Vinczeff, 2006; Szabó et al., 2011), ezért indokolt a gyepgazdálkodás és a természetvédelem érdekeinek közelítése egymáshoz (Forgó et al., 2009). Biodiverzitásának fenntartása érdekében nagyon fontos a gyepek adottságaihoz, növényállományához adaptált állatlétszám megállapítása (Szilágyi – Tóth, 2018). Számos tanulmány bizonyítja a legeltetés füves élőhelyek biodiverzitására, helyreállítására és megőrzésére gyakorolt pozitív hatását (Török et al., 2012a, 2012b, 2014, 2018; Saláta et al., 2011, 2012; Penksza et al., 2013), maga a botanikai összetétele pedig nagymértékben függ a gazdálkodástól. Hasonlóan fontos szerepe van a gyepeknek tájvédelemben (Centeri et al., 2009; Fűrész et al., 2022; Penksza et al., 2021; Uj et al., 2013a, 2013b, 2014), de szerepet játszanak a víz és tápanyag körforgalomban, az éghajlat szabályozásában, illetve a talajerózióvédelemben betöltött szerepük is bizonyított (Centeri et al., 2009), védelmük, fenntartásuk ezért is fontos (Kelemen et al., 2013a, 2013b). Ugyanakkor kiemelten fontos a kezelés optimalizálása, a túllegeltetés ugyanis egyértelműen a gyomok és invázív fajok térnyerésének kedvez (Török et al., 2012a, 2012b; Kelemen et al., 2013a, b).

Elsősorban a természetes és a történelem során emberi hatásra kialakult, de extenzíven fenntartott élőhelyek képviselnek jelentős értéket természetvédelmi szempontból. Hazánk gyepjeinek döntő hányada másodlagosan kialakult társulás, mely fenntartásához folyamatos emberi beavatkozást igényel. A szukcesszió hatására a felhagyott gyepek ugyanis átalakulnak, először magaskórós, cserjés társulássá, majd beerdősülnek. Az ilyen folyamatokat meg kell akadályozni, mivel ezek a gyepek fontos élőhelyek. Így ezek használata során egyre nagyobb figyelmet kap az az elmélet, hogy a gyepek gazdasági haszna mellett eredeti állapotát, fajösszetételét is megőrizzük, ezzel hosszú távon célunk kell, hogy legyen a sokoldalú értékeinek a fenntartása is (Kiss, 2012).

A füves területek fennmaradásában a természeti tényezők mellett legmeghatározóbb szerepe az évszázadokon keresztül ott folyó gazdálkodásnak volt. A füves élőhelyeken a terület adottságaihoz adaptált helyes gyepgazdálkodási rendszerekkel tudjuk megőrizni azok növény- és állatvilágát. A természetvédelmi szempontú gyephasznosítás azért is fontos, mert extenzív gyepjeink olyan sajátosságokkal rendelkeznek, amelyek a biológiai sokféleség védelme szempontjából igen lényegesek: ezeken a területeken lényegesen nagyobb a természetszerű növényzet részaránya, mint az intenzív rendszerek esetében; a talaj alacsony tápanyagtartalma számos veszélyeztetett faj számára biztosít kedvező körülményeket, vagy a sekély termőréteg gyakran elősegíti a gyengébb versenyképességű, de a szélsőségesebb körülményeket jobban tűró fajok fennmaradását; a hagyományos gazdálkodási módok mellett általában nagyobb az élőhelyi sokféleség, melyet az alkalmazott legeltetési, kaszálási módok is elősegítenek, a változások eredményeképp fajgazdagabb növény- és állatvilág alakulhat ki (Figeczky, 2004).

Általánosságban kijelenthető, hogy a legelők természetvédelmi szempontú használatát elsősorban a növényzet összetételéhez, szerkezetéhez és magasságához kell igazítani. Hosszú távon azonban a gazdálkodónak és a természetvédőnek egyaránt érdeke, hogy elkerülje a túllegeltetést, de az alullegetetést is (Ángyán et al., 2003). A száraz és a nedves gyepek fenntartása csak valamilyen kezelés mellett őrizhető meg. A megfelelő kezelési módot extenzív gazdálkodási formák, – alapvetően a legeltetés és a kaszálás – jelentik, ezen belül is rendkívül fontos az ésszerű és jól átgondolt terhelés alkalmazása (Török et al., 2009, 2010; Tóth et al. 2003). A fentiek alapján kijelenthető, hogy az optimalizált, gyepre alapozott legeltetési állattartás meghatározó szerepet tölt be a gyepterületek minőségének megőrzésében, a fenntartható gyephasználat biztosításában. Az ökológiai adottságokhoz adaptált helyes gyepgazdálkodási rendszerekkel azon túl, hogy ki tudjuk elégíteni a legelő állatok minőségi és mennyiségi takarmányigényét, biztosítani tudjuk a fajgazdagság megőrzését. A növényi fitokémiai összetevők – például antioxidánsok, fenolos vegyületek és más bioaktív komponensek – szerepe a takarmány minőségének fenntartásában különös jelentőséggel bír, hiszen ezek hozzájárulnak

az állatok egészségi állapotának támogatásához és a stressztűrő képesség javításához (Aleya et al., 2023). Természetközeli gyepeken a fenntartható gyephasználat kialakítása érdekében a megfelelő mennyiségű és minőségű takarmány biztosítását össze kell hangolni a legelő hosszú távú megőrzésével. A legeltetés időpontja, időzítése, a legelő állattartó képességének és az állatállomány létszámának összehangolása, a rotációs idő gyepterület adottságaihoz történő megfelelő adaptálása, az optimális regenerációs idő biztosítása, a legelőt hasznosító az állatfajok helyes megválasztása éppen ezért döntő fontosságúak a fenntartható gyeptárgyazdálkodás szempontjából. Ezen tényezők különösen fontosak a gyenge ökológiai adottságokkal rendelkező, főként az arid, rossz vízgyűjtőviszonyokkal jellemezhető gyepterületeken.

Anyag és módszer

A vizsgált gyepterület tágabb környezete a nyíri-Mezőség területe, mely a Felső-Tiszavidék, mint középtáj, azon belül a Rétköz, mint kistáj egyik részét, az alsó-szabolcsi löszös-homokos tájegységet képi. A nyíri-Mezőség gyakorlatilag Szabolcs-Szatmár vármegyének a Nyírségtől NY-ra, a Hajdúháttól É-ra lévő része (Borsy, 1975). Déli fele a Hajdúháthoz tartozik, átmenetet képez a Nyírség és a Hortobágy között. A nyíri-Mezőség jellegzetessége a löszös üledékek túlsúlya, a Nyírséget egyébként nagymértékben jellemző futóhomokkal szemben. Északon és nyugaton a Tisza határolja, kelet felől a Lónyai-csatornáig, illetve a Buj-Nyírtelek-Bashalom-Rakamaz vonalig terjed.

A mintaterület Hajdúnánás határában helyezkedik el a 0401/10-es helyrajzszám (MePAR Blokkazonosító: L0TY2R17, GPS koordináta 47.906235N 21.292445E), Hajdú-Bihar és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye találkozásánál. A közel 40 hektáros területet fasorok veszik körül. Északi oldalán lévő fasor a két megye határa, azon túl haladva már Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében vagyunk. Déli oldalán húzódik a Nyickiréti II. csatorna.

A terület florisztikailag a Pannóniai Flóratartományba (Pannonicum) tartozik, ezen belül az Alföld flóraidékének (Eupannonicum) egyik flórajáráshoz, a Nyírséghez (Nyírségense) (Soó, 1960). Növényállománya mozaikos, tipikus szikes növénytársulások, mint az *Agrostio stoloniferae-Alopecuretum pratensis* (Soó 1933 corr. Borhidi 2003), valamint a kisebb, elszórt foltokban megjelenő *Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae* (Soó (1933) 1947 corr. Borhidi 1996). jellemzik.

A Felső-Tiszavidék, így a nyíri-Mezőség hőmérsékleti és csapadékviszonyai alapján a Magyarországon alkalmazott Péczy osztályozási rendszer szerint sokáig a mérsékelt meleg-száraz éghajlati körzetbe volt sorolható (Péczy, 1979), azonban az időjárási jellemzők ariddá válásával napjainkban inkább a meleg-száraz térségek jellemzőivel bír (Bihari, 2018). A vizsgálati év időjárása követte az országosan jellemző időjárás alakulását: fagypon alatti átlagos középhőmérsékletek még a téli hónapokban sem fordultak elő, az április-október időszakban 10 °C feletti voltak a havi középhőmérsékletek. A legmelegebb hónap a július és augusztus volt (átlagosan 20,7 °C, illetve 21,4 °C), a leghidegebb pedig a december volt (1,9 °C). Az összcsapadék mennyisége hasonló volt az elmúlt évekhez, az eloszlása azonban igen egyenetlen volt. A legcsapadékosabb hónap a június (105,3 mm) és a november (113,2) volt, az augusztus-október között időszak csapadékszegényebbnek bizonyult. A nyári meleg kevés csapadékkal párosult.

1. táblázat. A 2023-as vizsgálati évet jellemző meteorológiai adatok alakulása – Tiszavasvári-Józsefháza

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Összes csapadék/Átlag hőmérséklet
Csapadék (mm)	71,5	10,0	49,3	29,6	26,4	105,3	39,6	55,7	37	52,1	113,2	57	646,8
Hőmérséklet (°C)	3,8	2,2	6,5	9,5	15,9	18,5	20,7	21,4	18,7	12,4	5,1	1,9	11,4

Forrás: Tiszaezslári Aszálymonitoring Állomás adatai alapján, saját szerkesztés

A mintaterület gyeptermését kétféleképpen hasznosítják: legeltetéssel és kaszálással. Legeltetett állatfaj a juh. Közel 500 magyar merinóból áll az állomány, ebből körülbelül 400 db anyajuh, 11

db kos és 80 db toklyó. A szaporulat mértéke 1,2–1,5 bárány/anya/év. A juhállomány tavasszal, április 20-án kerül kihajtásra, kezdetben egy másik, nem Natura 2000-es területre. A legeltetés módja hagyományos terelgető, vagy pásztoroló, szabad láb alóli legeltetés. A vizsgált Natura 2000 gyepterületre csak kaszálás után kerül ki a nyáj. A kaszálásra nyár elején, június 11-én kerül sor. Kaszálás után a fűvet rendszeren szárítják. A szénából a rendet csillagkerekes rendsodról alakítják ki, majd hengeres bálákat készítenek bálázóval. A behajtás október 30-án történik. Mind a legeltetés, mind pedig a kaszálás a Natura 2000 előírásainak a betartásával történik.

A gyepterület állományfelvételezése Braun–Blanquet-féle módszerrel történt (Braun–Blanquet, 1964), 2023. május 26-án. A társulás jellegzetességeit jól reprezentáló pontokon 5 db 2×2 méteres kvadrát került kijelölésre. Megtörtént a kvadrátok hajtásos növényeinek fajlistájának összeállítása, a vegetáció összbóritásának becslése. Az egyes fajok becsült bóritását %-ban adtuk meg, a gypalkotók és az egyéb fajok arányát figyelembe véve. A társulások azonosítása Soó (1938, 1960, 1964–1980) munkái szerint történtek, a fajokat Hortobágyi (1968) és Simon (1992) munkái alapján határoztuk meg. A taxonok nomenklaturája Soó (1980), Priszter (1998), a szüntaxonoké Ellenberg et al. (1991) nyomán Borhidi (1993, 1995) műveit követi.

A szociális magatartástípusok elemzését, a degradáció fokának meghatározását Borhidi (1993), a természetvédelmi értékelést Simon (2000) munkái alapján végeztük. A szociális magatartási típusok (SzMT) megmutatják a növényállomány természetességi mutatóját, mivel azok a növény és termőhely kapcsolatának különböző természetességi ill. zavartsági állapotát fejezik ki. A vizsgált gyepterület mezőgazdasági értékét Nagy (2003) mezőgazdasági értékmeghatározása alapján adtuk meg. A szerző módszere szerint a gyepterület mezőgazdasági értékének meghatározásához elsődlegesen a genetikai potenciál szerint meghatározott termőképességet és takarmányminőséget kell figyelembe venni. Ehhez vesszük hozzá a növényállomány bóritottságát, amellyel az adott termőterületet tudjuk reprezentálni.

A növényállomány felvételezésével párhuzamosan, 2023. május 26-án mind az 5 vizsgált kvadrátban 1 m²-nyi területen nyírási próba elvégzésére került sor, 5 cm-es tarlómagasságot hagyva az 1 m²-es mikrokvadrát terület zöldtömegének eltávolításával. A kapott eredményeket átlagolásra kerültek, annak alapján történt meg a hektáronkénti takarmánytömeg becslése. Ezzel párhuzamosan valamennyi gypalkotó faj magassága is mérésre került, azok átlagértéke adta meg a gyepterület adott időpontbeli átlagmagasságát. A gyephózzam 7 naponkénti méréséhez közvetlen a kaszálást követően (2023. június 11.) egy 2×3 méteres kvadrát kijelölése is megtörtént, mely 6 db 1 m²-es mikrokvadrátokra lett felosztva. Ezekben az 1 m²-es kvadrátokban 7 naponta levágásra került az adott növedék, 35 napon keresztül, 5 alkalommal, a mintavételek időpontjai a következők voltak: 2023.06.18. (7 napos), 06.25. (14 napos), 07.02. (21 napos), 07.09. (27 napos), 07.16. (35 napos). A tarló magassága ebben az esetben is 5 cm volt. Minden alkalommal megtörtént a levágott fűtömeg mérése. Az adott növedékek levágása előtt parcellánként 10 – 10 pontban mérésre került az átlagmagasság is, hagyományos mérőszalaggal. A vizsgálat során így egy 35 napig fejlődő növedék tömeg- és magasságértékeinek alakulásának vizsgálatára nyílt lehetőség. A nyírási próba alapján megbecsültük a hektáronkénti takarmányhozam alakulását a gyepterület kaszálást követő 35 napos regenerációs idejében.

A botanikai felvételezéssel egy időpontban 2023. május 26-án a gyepterület magasság és a terméshozam mérését Grasshopper tárcsás gyephózzammérővel (TrueNorth Technology, Ireland) is elvégeztük. A mintaterületen 635 db leszúrás történt el a Grasshopper hozammérővel. A mérések eredményeként megkaptuk az egyes leszúráshoz tartozó, a tárcsa által kalkulált magasságot az adott leszúrási pontokon (mm), a gyepterület tárcsa által kalkulált átlag magasságát (mm) és az egy hektárra kalkulált hozamot (kg/ha). A Grasshopper rendszer kalibrációs képletében a tömörített gyepterület magasság, illetve a szárazanyag-tartalom 1 cm-re, valamint 25% szárazanyag-tartalomra volt beállítva. A terméshozam mérését ezzel párhuzamosan egyszerű nyírási próbával is elvégeztük (mértük a nedves, majd szárítás utáni száraz tömeget), mivel a legelőhasználat fenntartásában és optimalizálásában ezek fontos információkat szolgáltathatnak. A levágott gyepterület friss tömegét Pioneer™ Precision PX 5202M Balance (OHAUS Europe GmbH, Switzerland) mérleggel mértük. A betakarított anyagot ezután szárítószekrényben (Memmert UF75 típusú, Memmert GmbH + Co.KG, Schwabach, Germany), 75 °C-on súlyállandóságig

szárítottuk, majd mértük a száraz tömegét. A két módon végrehajtott terméshozammérés lehetőséget biztosított a tárcsás gyepphozammérő heterogén fajösszetételű gyepon történő használhatóságának vizsgálatához.

Az abiotikus környezeti tényezők (hőmérséklet, csapadék) zöldtömeg és gyepterület átlagmagasságára gyakorolt hatásának vizsgálata érdekében korrelációanalízist végeztünk. Szintén korrelációanalízissel végeztük el az egyes gyeppalkotó növénycsoportok fajszámának és borítottsági értékeinek egymásra gyakorolt hatásának vizsgálatát. A korrelációanalízisek Microsoft Excel (2016) program segítségével kerültek elvégzésre.

Eredmények és értékelésük

A vizsgált gyepterület növényállományának összetétele

A vizsgált mintaterületen az *Agrostis stolonifera*–*Alopecurus pratensis* (Soó 1933 corr. Borhidi 2003) társulás volt azonosítható. A terület fajlistája a 1 – 2. táblázat alatt kerül közlésre. Ez a nedves szikes rét jelentős fajösszetétellel bír, nagy diverzitású. A felvételezés során 40 faj került azonosításra, a vizsgált terület átlagos borítottsága 97 % volt. Az élőhely a nedves, I–II. osztályú szikeseken igen elterjedt. A vizsgálati területen a legnagyobb vegetációs borítást a mérsékelt nedves tenyészterületet igénylő, mocsárrét jellegű élőhelyeken jelentkező *Alopecurus pratensis* képviselte, átlag 15,4%-os borítottsági értékkel. Ez a faj mezőgazdasági hasznosíthatóság (morfológia) szerint a szálfűvek, azon belül pedig a tarackos szálfűvek csoportjába tartozik (Szemán, 2006). A nedves fekvésű területek tarackos szálfűve, kaszált nedves réteken erősen felszaporodik, virágzási és magérlelési ideje igen korai. Közel azonos borítottságban (14,6%) van jelen még a tarackos alfűvek csoportjába tartozó *Festuca rubra*. E fűfajnak két változata ismert a tarackos és a csomós, bokros hajtásnevelésű. A tarackos változat a legeltetést, rágást, tiprást jól bírja. Szárazságtűrése, takarmányértéke jó, hozama alacsony. Gyepjét az állatok fiatal korban szívesen legelik, illetve szénává szárítva is jó minőségű szalaktakarmányt ad (Szemán, 2006). Ez a két faj képviseli az összborítottság 30 %-át. A harmadik legjelentősebb faj, 11% átlagborítottsággal a lazabokró szálfűvek csoportjába tartozó *Festuca pratensis*. Szemán (2006) szerint az üde fekvésű gyepek egyik legértékesebb faja. Legelést jól tűri, ezáltal legeltetésre és kaszálásos betakarítású, tartósított szalaktakarmány készítésre egyaránt megfelelő. Kiváló minőségű takarmányt ad, az állatok is szívesen legelik. Az *Agrostis stolonifera*, mint a nedves szikes rétek második jellemző karakterfaja 6,2%-os átlagborítottsággal jellemezhető. Igen csekély arányban (2%-os összborítottsággal) a szárazabb fekvésű foltokban megjelent a tömöttbokró alfűvek csoportba tartozó, zavarástűrő *Festuca pseudovina*, az üdebb foltokban ugyanakkor a lazabokró szálfűvek csoportjába sorolt, üde fekvési igényű *Arrhenatherum elatius* tette mozaikossá a vegetációt. Az egyszikűek mellett takarmányozási szempontból további értékes növényként jelentek meg a pillangósvirágú

2. táblázat. A mintaterület *Agrostis stoloniferae*-*Alopecuretum pratensis* társulásának fajlistája, az összborítás (%), az egyes fajok borítottasági értékeinek és a nyírott zöldtömeg mennyiségének alakulása az 5 mintavételi kvadrátban

Kvadrát (2 m x 2 m)	1.	2.	3.	4.	5.
GPS koordináta	47,90772° É, 21,21295° K	47,90797° É, 21,29621° K	47,90871° É, 21,29718° K	47,90826° É, 21,29691° K	47,90795° É, 21,29896° K
Összborítás (%)	100	100	95	100	90
Faj neve	borítási %				
<i>Achillea millefolium</i>		2	2	2	
<i>Agropyron repens</i>	15				
<i>Agrostis stolonifera</i>	20	10		1	
<i>Ajuga reptans</i>				1	
<i>Alopecurus pratensis</i>	35	25		15	2
<i>Arrhenatherum elatius</i>			2		
<i>Bromus mollis</i>	2	3	2	7	
<i>Carex panicea</i>	10			2	
<i>Carex stenophylla</i>		2		5	3
<i>Cirsium arvense</i>	3				
<i>Convolvulus arvensis</i>			2	2	
<i>Dactylis glomerata</i>	2	2	3		2
<i>Daucus carota</i>		1			
<i>Eryngium campestre</i>			3		
<i>Festuca pratensis</i>		10	20	15	10
<i>Festuca pseudovina</i>					10
<i>Festuca rubra</i>		20	35	3	15
<i>Fragaria viridis</i>		2	3	5	12
<i>Galium verum</i>		5		10	20
<i>Galium mollugo</i>	3			1	3
<i>Glechoma hederacea</i>				2	0,5
<i>Inula britannica</i>		1			2
<i>Leontodon hispidus</i>			1		
<i>Lotus corniculatus</i>	1	2	1		2
<i>Medicago lupulina</i>		2	5	10	5
<i>Medicago sativa</i>		0,5	5	2	
<i>Melandrium album</i>		0,5		0,5	
<i>Plantago lanceolata</i>					1
<i>Poa pratensis</i>				7	
<i>Potentilla arenaria</i>		1	2	2	
<i>Potentilla reptans</i>	1	1	3	3	
<i>Rosa canina</i>					0,5
<i>Rumex acetosa</i>	1				
<i>Senecio jacobea</i>	2	2		2	
<i>Stellaria graminea</i>	1				
<i>Stellaria media</i>				0,5	
<i>Trifolium arvense</i>	2	3			
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	3	3	
<i>Vicia parviflora</i>		3		2	
<i>Vicia pratensis</i>	1	1	3	3	2
Nyírott zöldtömeg (g/m²)	1075	1130	775	1190	460
Száraz tömeg (g/m²)	275	292	260	295	150

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

3. táblázat. Az egyes fajok átlagborítottságának (%), átlagmagasságának (cm), az összborítás (%), az összátlagmagasság (cm) és az átlag nyírott zöldtömeg alakulása a vizsgált mintaterületen

<i>Faj neve</i>	Átlagborítás fajonként (%)	Egyes fajok átlagmagassága (cm)
<i>Achillea millefolium</i>	2	25
<i>Agropyron repens</i>	3	77
<i>Agrostis stolonifera</i>	6,2	70
<i>Ajuga reptans</i>	0,2	12
<i>Alopecurus pratensis</i>	15,4	108
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0,4	110
<i>Bromus mollis</i>	2,8	104
<i>Carex panicea</i>	2,4	32
<i>Carex stenophylla</i>	2	43
<i>Cirsium arvense</i>	0,6	10
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,8	42
<i>Dactylis glomerata</i>	0,8	79
<i>Daucus carota</i>	0,2	12
<i>Eryngium campestre</i>	0,6	40
<i>Festuca pratensis</i>	11	77
<i>Festuca pseudovina</i>	2	12
<i>Festuca rubra</i>	14,6	65
<i>Fragaria viridis</i>	4,4	10
<i>Galium verum</i>	7	35
<i>Galium mollugo</i>	1,4	43
<i>Glechoma hederacea</i>	0,5	8
<i>Inula britannica</i>	0,6	12
<i>Leontodon hispidus</i>	0,2	13
<i>Lotus corniculatus</i>	1,2	12
<i>Medicago lupulina</i>	6,4	26
<i>Medicago sativa</i>	1,5	42
<i>Melandrium album</i>	0,2	95
<i>Plantago lanceolata</i>	0,2	10
<i>Poa pratensis</i>	1,4	64
<i>Potentilla arenaria</i>	1	33
<i>Potentilla reptans</i>	1,2	10
<i>Rosa canina</i>	0,1	65
<i>Rumex acetosa</i>	0,2	13
<i>Senecio jacobea</i>	1,2	47
<i>Stellaria graminea</i>	0,2	37
<i>Stellaria media</i>	0,1	30
<i>Trifolium arvense</i>	1	28
<i>Trifolium pratense</i>	1,6	30
<i>Vicia parviflora</i>	1	42
<i>Vicia pratensis</i>	2	64
Összborítás (%)	97 %	
Összátlagmagasság (cm)	42,17 cm	
Átlag nyírott zöldtömeg (g/m²)	926 g/m²	
Átlag száraztömeg (g/m²)	254,4 g/m²	

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés



1. ábra. A mintaterület *Agrostio stoloniferae-Alopecuretum pratensis* társulásának néhány jellemző növényfaja
a.-b. *Alopecurus pratensis* és *Agrostis stolonifera*, c. *Alopecurus pratensis*, *Agrostis stolonifera*, előtérben *Medicago sativa*-val, d. *Bromus mollis*, *Galium verum* jelentős borításban, *Trifolium pratense*, *Carex stenophylla*, e. *Fragaria viridis* dominálta gyeprészet, *Inula britannica*-val, *Festuca pseudovina*-val, *Vicia pratense*-vel, *Setaria graminea*-val és *Bromus mollis*-sal, f. *Rosa canina* tö *Fragaria viridis*-es foltban

Forrás: Saját felvételek alapján, saját szerkesztés

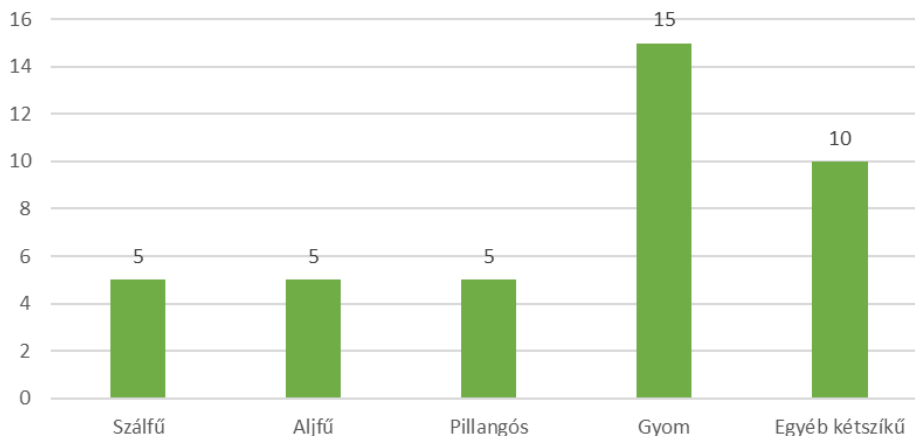
gyepalkotók, mint a *Trifolium repens*, a *Trifolium pratense*, *Vicia parviflora* és a *Vicia pratensis*. Jelentős borítottságot ért el a *Medicago lupulina* (6,4%-os összborítottsági érték), *M. sativa* (1,5%-os összborítottság) és a *Lotus corniculatus* (1,4%-os összborítottság). Emellett további 27 faj képviseltette magát a vegetációban.

A szárazabb fekvésű foltokban jellemző fajokként jelent meg a *Carex stenophylla* (összborítottsági értéke 2% – némely kvadrátban borítottsága elérte az 5%-ot), az *Inula britannica* (borítottsági értéke 0,6%) és az *Agropyron (Elymus) repens* (3%-os összborítottság). Üdebb fekvésű területeket jellemző fajok közül a *Cichorium intybus* és a *Daucus carota*, illetve a *Carex panicea*

jelent meg, mint társulásalkotó. A *Galium verum* és a *Fragaria viridis* jelentős, átlag 7, illetve 4,4%-os borítottságot ért el a mintaterületen (1. ábra). A gyepterület kezdődő degradációjára utal a *Bromus mollis* átlag 2,8%-os (helyenként akár 7%-os) borítottsági értéke. Az *Eryngium campestre* és a *Rosa canina*, mint szúrós, kórós szárú gyom és cserje megjelenése a gyepten óvatosságra adhat okot, bár jelenlegi borítottságuk elenyésző (0,6% illetve 0,1%), térnyerése, elterjedésének fokozódása megakadályozandó.

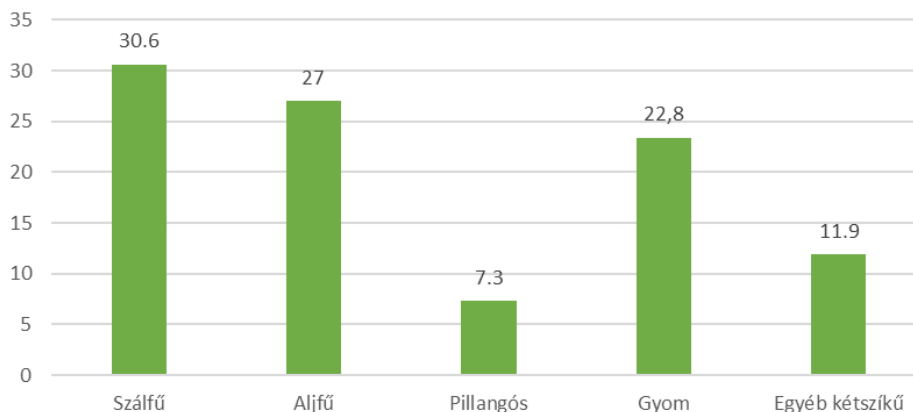
A növényállomány értékelése gyepgazdálkodási és természetvédelmi szempontból

A mezőgazdasági hasznosítás szempontjából mért megjelenés szerint a vegetációban az szálfű:aljű:pillangósvirágú:egyéb kétszikű típusba sorolt gyepalkotók a következő részaránnyal (%) szerepeltek: 12,5:12,5:12,5:62,5 %. Aggasztó tényként állapítható meg, hogy a gyomfajok különösen jelentős arányban fordulnak elő, a fajok 37,5%-a minősül gyepgazdálkodási szempontból gyomfajnak (ezek részben kórós szárú, szúrós gyomok (*Cirsium arvense*, *Eryngium campestre*), részben jelentős borítottságot elérő, gyepgazdálkodás szempontjából értéktelen fajok (*Galium verum*). A gyepalkotó növényfajok gyepgazdálkodási szempontból történő csoportosítását, illetve az egyes csoportok borítottsági értékének alakulását a 2 – 3. ábra szemlélteti.



2. ábra. A mintaterület vegetációját alkotó fajok számának alakulása gyepgazdálkodási csoportok szerint bontva (db)
Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

A kapott adatok alapján megállapítható, hogy a szálfűvek és az aljűvek alacsony fajszámuk ellenére jelentős borítottsági értékeket érnek el a vizsgált gyepterületben, 30,6% illetve 27%-ot. A hasonló fajszámú (5) megjelenő pillangósok ugyanakkor a kora nyári aszeptusban csak szerény borítottsági értékkel képviseltetik magukat.

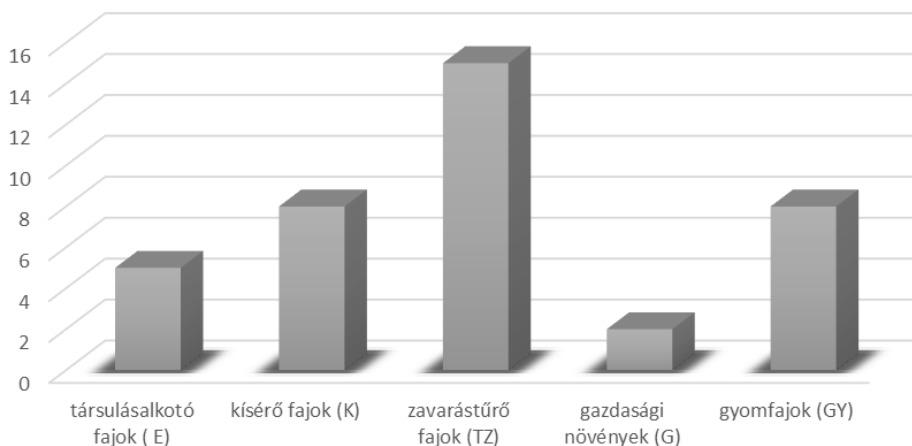


3. ábra. A mintaterület vegetációját alkotó fajok borítottságának alakulása gyepgazdálkodási csoportok szerint bontva (%)

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

A megoszlási arányból megállapítható, hogy a vegetáció kora nyáron szálfű domináns. Ez a dominancia nyárra csökken, ekkor a pillangós virágú növények borítása válik uralkodóvá, ősszel pedig az aljfüvek dominálnak. A társulás kétszikű fajokban igen gazdag, kora nyáron szép „vadvirágos rét” képét nyújtja. Gyepgazdálkodási szempontból ez a kétszikű-gazdagság problémás, hiszen ezek a fajok csökkenthetik a hasznos, magas takarmányértékkel rendelkező szál- és aljfüvek gyepbeli arányát. A vizsgált gyepben a kétszikű fajok borítottsága 35,3% volt. Ez az érték meghaladja a szálfüvek és az aljfüvek borítottsági értékeit, közel ötszöröse a pillangósok borítottsági értékének is. Külön aggasztó, hogy ebből a 35,3%-os borítottsági értékből a gyomok 22,8%-ot jelentenek. Mind számuk, mind térnyerésük kedvezőtlenül hat/hathat a gyep takarmányértékére, mezőgazdasági értékére.

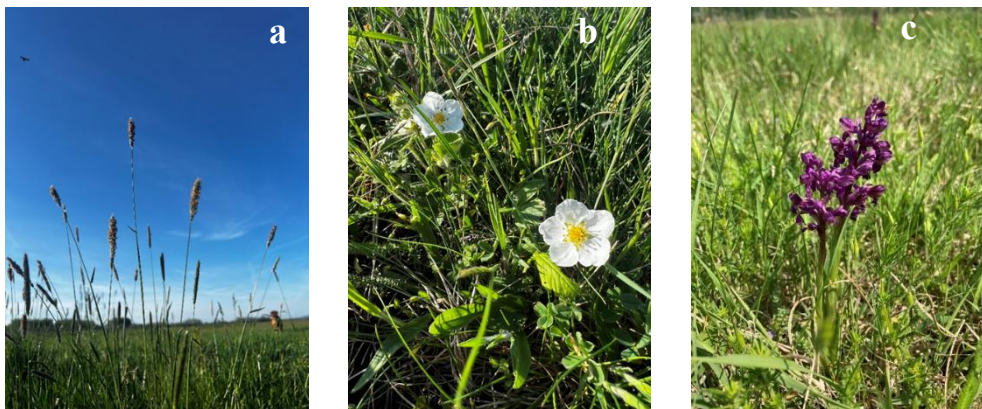
Az előforduló fajokat természetvédelmi értékkategóriák (TVK) szerint elemezve a következőket lehetett megállapítani: mind a természetes fajok, mind a degradációra utaló fajok jelen voltak a társulásban. A természetes fajok összborítási értéke 32,5 %. Ezen a kategórián belül a társulásalkotó fajok borítottsága 12,5% volt (E), a társulásban 5 faj volt ebbe a természetvédelmi értékkategóriába sorolható (*Agrostis stolonifera*, *Alopecurus pratensis*, *Carex stenophylla*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*). A társulásban 8 db kísérő (K) fajt találtunk, ezek borítottsága pedig 20% volt (4. ábra). Védett fajokat (V) és pionír fajokat (TP) nem tudtunk beazonosítani a vizsgált mintaterületen.



4. ábra. A fajok természetvédelmi értékkategóriáinak megoszlása a mintaterületen (db)

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

A felhajtó út másik oldalán, a vizsgált mintaterület közvetlen szomszédságában azonban 5 tő agárkosbort (*Orchis morio* L.) lehetett beazonosítani, védett fajként (V) – eszmei értéke 10.000 Ft/tő (5. ábra).



5. ábra. Néhány gyeppalkotó növényfaj a vizsgált mintaterületről

a. Réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) – gyeppgazdálkodási szempontból igen értékes, elsőrendű szálfü; természetvédelmi értékkategóriája: E; b. Csattogó számóca (*Fragaria viridis*) – a vizsgált gyeppen nagy borítottságot elérő kétszikű faj, alacsony takarmányértékkel és nagy borítottsággal bíró feltételes gyom, természetvédelmi értékkategóriája: K; c. Agárkosbor (*Orchis morio*) – határos gyepterület védett növénye; természetvédelmi értékkategóriája: V

Forrás: Saját felvételek alapján, saját szerkesztés

A degradációra utaló fajok száma magasabb, 27 db, borítottságuk 62,5%-ot ért el, ilyen mértékű gyeppbeli jelenlétük a gyepp kezdődő leromlására utal. Közülük a zavarástűrő fajok (TZ) voltak nagyobb fajszámmal (17 db) és borítottsági értékkel (37,5%) jellemezhetők. Míg a gazdasági növényeket (G) csak 1 faj (*Medicago sativa*) képviselte 5%-os borítottságot értékkel a mintaterületen, addig a gyomfajok (GY) borítottsági értéke 20% volt, fajszámuk pedig az össz fajszám 22,5%-át adta (9 db faj). Ez az érték közelíti a gyeppgazdálkodási szempontból is gyomnak tekinthető fajok borítottsági értékét (23,4 %) (4. ábra).

A gyomok közül ki kell emelnünk a gyeppgazdálkodási szempontból, mint szúrós, kórós szárú gyom, problémát okozó mezei aszatot (*Cirsium arvense*), illetve a zavarástűrő fajok közül a szintén szúrós mezei iringót (*Eryngium campestre*) és a gyeppürözsát (*Rosa canina*). Ezeket a legelő állat elkerüli, gyeppapolási munkák elmaradása esetén (gyomirtó-, tisztító kaszálás) magot érlelve könnyen tovább tudják növelni borítottságukat a gyeppen, kiszorítva a hasznos gyeppalkotókat a társulásból. A gyomok közül a tejoltó galaj (*Galium verum*) igen nagy borítottsági értékkel jelent meg, egyes kvadrátban a borítottsági értéke elérte a 20%-ot. Jelenléte a gyeppen nem kívánatos, a legelő állat nem szívesen fogyasztja.

A vizsgált gyepterület mezőgazdasági értékét a Nagy-féle módszerrel (2003) határoztuk meg. Ez az érték 8,78 volt, amely csekély értékű, gyenge minősítést jelent. Ez a gyeppgazdálkodási szempontból nem kedvező érték következik a fentebb leírtakból, a gyomok nagy fajszámából és borítottsági értékéből.

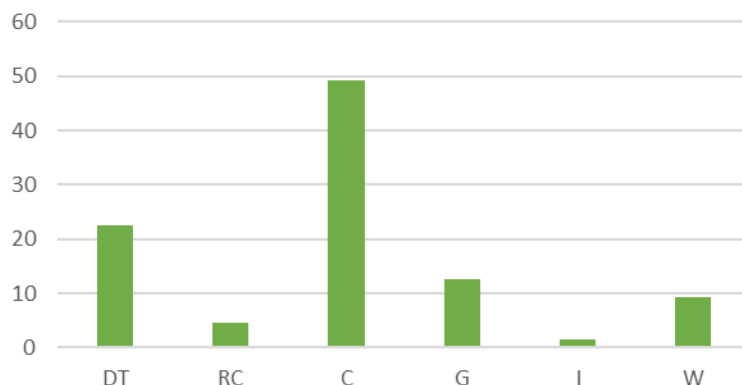
Természetességi mutató alakulása

A vizsgált gyepterület természetességi szempontból történő vizsgálata során fontos volt annak megállapítása, hogy a vizsgált időszak (2024) hőmérsékleti és csapadékadatai alapján átlagos időjárású évnek volt tekinthető, maga a vizsgált gyepterület azonban alapvetően száraz fekvésű. A gyepek természetességi értékének alakulásában a hasznosítás gyakoriságának, a növényzet összetételének alakulásán át, nagy hatása van – természetvédelmi célú gyepphasználat esetén ez a hatás korábbi munkák alapján már igazolt, ahogy az is, hogy a gyepek növényállománya nagymértékben változik az időjárás változásainak hatására (Bajnok, 2011).

A gyepek értékelésekor nem kizárólag a takarmányozási szempontokat szükségszerű áttekinteni, hanem a természetesség, természetközelség vizsgálata is meghatározó. Ahhoz, hogy

összehasonlíthassuk a különböző termőhelyeket a Borhidi-féle (1993) szociális magatartás típusaiba (SzMT) soroltuk be a növényállomány fajait.

A mintaterületet a tárgyévben 49,2 %-ban (5 faj) borították a természetes kompetitorok (C) – *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *F. pseudovina*, *F. ruba*. A kevésbé természetességre utaló csoportok egyike a zavarástűrő növények (DT), összborításuk 22,5 % (22 faj). A honos flóra ruderalis kompetitorai (RC) 4,6 %-ban (3 faj) fordulnak elő a mintaterületen (*Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*). Jelentősebb arányban jelen vannak még a generalisták, tág ökológiájú stressz-tűrők (G), összborításuk 12,6 % (6 faj). Ezen kívül a ruderalisok csoportját képviselő, ezen belül az emberi tényezőktől zavart termőhelyek növényeihez tartozó honos gyomfajok (W) képviseltetik magukat 9,2 %-os borítottságban (3 faj) – *Galium verum*, *Melandrium album*, *Vicia pratensis*. Ebben a kategóriában a honos gyomfajok mellett még a kivadult haszonnövények (I) fordulnak elő csekély arányban (1,5%) – *Medicago sativa*. Ahogy a 6. ábra is szemlélteti, túlnyomó arányban, a legnagyobb borítottsági értékkel a természetes kompetitorok (C) vannak jelen a területen.



6. ábra. A növényállomány eloszlása a szociális magatartás típusok alapján

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

A szociális magatartástípus szerinti megoszlás szerint tehát a zavarástűrő növények (DT) csoportja került az első helyre (22 faj). Ennek oka az évek óta tartó intenzív tájhasználat és ebből fakadóan a zavarástűrő növények felszaporodása. Második helyen fajszám tekintetében a szélesspektrumú generalista fajok csoportja áll, közülük 6 faj volt beazonosítható. A felmért élőhelyen specialista fajok nem voltak fellelhetők. Következő helyen a kompetitor fajok (C) állnak (5 db), majd a honos gyomfajok (W – 3 faj). A ruderalis kompetitorok (RC) fajszáma alacsony (3 faj), jelenlétük a gyepten az antropogén behatásoknak köszönhető. A gyepten állapota szempontjából megnyugtató, hogy tájidegen agresszív kompetitorokat (AC) nem lehetett beazonosítani a vizsgált gyepterületen.

3. táblázat. A növényállomány természetességi értékszámának alakulása

DT	45
RC	- 9,2
C	246
G	50,4
W	9,2
I	-1,5
Összesen	339,9

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

A gyepten számokkal kifejezett természetességének vizsgálatakor (adott szociális magatartástípus borítottsági értéke x természetességi érték) 300-at meghaladó értéket kaptunk (339,9), ami száraz gyepten esetében kifejezetten magas értéknek tekinthető (3. táblázat).

A zöldtömeg-hozam alakulása

A termés mennyiségének alakulása fontos paraméter egy legeltetéssel és kaszálással hasznosított területen. A vizsgált Natura 2000 gyepterület 35 napos regenerációs időn belüli 7 naponta mért hozamának alakulását a 4. táblázat foglalja össze. A táblázat tartalmazza a tárcsás gyephozammérő által kalkulált takarmánytömeget, valamint az első növedék (2023. 05. 26.) vágási próba alapján becsült zöldtömeg-hozamot, illetve annak szárított tömegét (kg/ha).

4. táblázat. A zöldtömeg-hozam és időjárási viszonyok alakulása

Vágás dátuma	Levágott fű tömege 1 m ² -en (g)	Vágási próba alapján becsült hektáronkénti zöldtömeg (kg/ha)	Szárított tömeg - valós (kg/ha)	Grasshopper tárcsás gyephozammérő által kalkulált hektáronkénti takarmánytömeg (kg/ha)	A gyepterület átlagmagassága (cm)	Grasshopper tárcsás gyephozammérő által kalkulált magasság (mm)	Heti közép-hőmérséklet (°C)	Heti összecsapadék (mm)
2023. 05. 26.	926	9260	2544	2785	42,17	142	7,6	189,6
2023. 06. 18	16	160		-	6,8	-	18,6	79
2023. 06. 25	28	280		-	9	-	25,1	65
2023. 07. 02	44	440		-	12	-	20,6	11
2023. 07. 09	83	830		-	14	-	21,7	8
2023. 07. 16	127	1270		-	15	-	22,7	18

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

Az anyaszéna betakarítása előtt, 2023.05.26-án az 1 m²-es kvadrátban mért szárított valós tömeg átlagértéke 254,4 g volt, ez 2544 kg-os hektáronkénti száraztömeget jelentett. Ekkor a gyepterület átlagmagassága 42,17 cm volt. Grasshopper tárcsás gyephozammérő által kalkulált hektáronkénti takarmánytömeg azonban 2785 kg-ot és 142 cm-es átlagmagasságot mutatott. A tárcsás gyephozammérő használata írországi és angliai gyepeken egyre inkább elterjedőben van – kalibrálása is angolperje dominanciájú gyepeken történt meg –, segítségével a gazdának lehetősége van a legelő takarmányhozamának becslésére, így optimalizálni tudják az adott terület legeltetésének kezdeti időpontját. Esetünkben azonban azt tudtuk megállapítani, hogy a készülék egyrészt a takarmányhozamot kismértékben túlbecsülte, az átlagmagasságot pedig nagymértékben felülkalkulálta. Ez valószínűsíthetőleg abból adódik, hogy az angolperjéhez képest az általunk vizsgált gyepterület alkotó füvek erősebben szklerenchimatizálódtak, magasabb rosttartalommal és alacsonyabb nedvességtartalommal bírnak. A tárcsa a gyephozammérés során szabadon ráesik a növényzetre és összenyomja azt, ezután a műszer ultrahangos mérésekkel rögzíti a tárcsa alatti összenyomott gyepterület magasságát. A nagyobb szklerencia tartalommal rendelkező, rostosabb száraz kevésbé nyomódnak össze a tárcsa alatt, esetünkben ez okozhatta az eltérést a tárcsa által mért értékek és az általunk mért magassági érték között. Hazai gyepeken a tárcsás hozammérő használata valószínűsíthetőleg a hazai gyepeket meghatározóan felépítő pázsitfűfajokhoz történő kalibrálása után válhatna elterjedté – anélkül a tárcsás hozammérés fals eredményeket adhat.

2023.06.11-től kezdődően történt meg az 1 m²-es mikrokvadrátok gyephozamának 7 naponkénti mérése, melynek eredménye a következő volt: a hetedik napon a kaszált fű tömege az 1 m² területű kvadrátban 16 g volt, a tizenegyedik napon 28 g, a huszonegyedik napon 44 g, a huszonnyolcadik napon 83 g és az utolsó kaszálásnál, azaz a harmincötödik napon 127 g fűvet mértem. Az eredmények alapján megállapítható, hogy minden hetedik napra majdnem duplájára nőtt a zöldtömeg. Az első két kaszálást megelőzően jelentős mennyiségű csapadék, összesen 144 mm hullott 2 hét alatt a területre. Ez eredményezte a fű növekedésének viszonylag gyors megindulását. Az azt követő 3 kaszálás hetében viszont sokkal csekélyebb volt a csapadék mennyisége, mindössze 37 mm és a középhőmérséklet is alacsonyabb volt. A kvadrátok kaszálása idején a juh nem járták a területet, így a kapott eredmények a fű természetes növekedését mutatják.

Az elvégzett korrelációanalízis eredményeként (5. táblázat) nyilvánvaló tényként megállapítható volt, hogy a levágott fű tömege szoros korrelációban van a gyepterület átlagmagasságának alakulásával ($r=0,9172$), illetve esetünkben a gyepterület átlagmagasságának alakulása szoros negatív korrelációt mutatott a heti összecsapadék alakulásával ($r=-0,9211$). Jelen esetben ezt a csapadékosnak és enyhe hőmérsékletűnek tekinthető tavasszal/kora nyárral magyarázhatjuk, hiszen január – május

hónapban 186,9 mm csapadék hullott a területre (az éves csapadék – 646,8 mm – közel harmada volt, valamint a vizsgált év első felében az átlaghőmérséklet enyhének volt mondható, 9,4 °C volt), ami jelentős nedvességtartalékot jelentett a fejlődő gyepterület számára.

5. táblázat. Az abiotikus környezeti tényezők (hőmérséklet, csapadék), a zöldtömeg és a gyepterület átlagmagasságának korrelációs mátrixa

	Levágott fű tömege 1 m ² -en (g)	A gyepterület mért átlagmagassága (cm)	Heti közép- hőmérséklet (°C)	Heti összcspadék (mm)
Levágott fű tömege 1 m ² -en (g)	1			
A gyepterület mért átlagmagassága (cm)	0,917	1		
Heti középhőmérséklet (°C)	-0,779	-0,532	1	
Heti összcsapadék (mm)	-0,707	-0,921	0,291	1

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

6. táblázat. A jellemző gyepterület növénycsoportok fajszámának és borítottságának alakulása (2023.05.26)

Kvadrát	Szálfű		Aljű		Pillangós		Gyom		Egyéb kétszikű	
	fajszám (db)	borítottság (%)	fajszám (db)	borítottság (%)	fajszám (db)	borítottság (%)	fajszám (db)	borítottság (%)	fajszám (db)	borítottság (%)
1.	3	52	2	22	3	3	4	10	4	13
2.	3	37	3	33	5	7,5	8	16,5	4	6
3.	3	25	3	39	4	12	4	12	3	7
4.	2	30	4	18	4	10	9	30	6	18
5.	3	14	2	25	2	4	6	31,5	3	15,5

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

7. táblázat. A jellemző gyepterületparaméterek korrelációs mátrixa

	Szálfű fajszám	Szálfű borítottság	Aljű fajszám	Aljű borítottság	Pillangós fajszám	Pillangós borítottság	Gyom fajszám	Gyom borítottság	Egyéb kétszikű fajszám	Egyéb kétszikű borítottság
Szálfű fajszám	1									
Szálfű borítottság	0,063	1								
Aljű fajszám	-0,801	-0,092	1							
Aljű borítottság	0,617	-0,206	-0,056	1						
Pillangós fajszám	-0,196	0,312	0,681	0,407	1					
Pillangós borítottság	-0,393	-0,294	0,802	0,470	0,634	1				
Gyom fajszám	-0,686	-0,167	0,681	-0,379	0,423	0,220	1			
Gyom borítottság	-0,553	-0,679	0,251	-0,523	-0,358	-0,040	0,640	1		
Egyéb kétszikű fajszám	-0,912	0,302	0,731	-0,672	0,358	0,212	0,716	0,333	1	
Egyéb kétszikű borítottság	-0,649	-0,168	0,079	-0,906	-0,593	-0,302	0,294	0,712	0,525	1

Forrás: Saját adatok alapján, saját szerkesztés

A jellemző gyepterületparamétereket (6. táblázat) figyelembe véve korrelációanalízist végeztünk, annak megállapítására, hogy van-e összefüggés az egyes gyepterületfajcsoportok fajszámának és borítottságának alakulása között. Az elvégzett korrelációanalízis alapján (7. táblázat) megállapítható, hogy szálfűvek fajszámának alakulása szoros negatív korrelációt mutatott mind az aljűvek (-0,801), mind az egyéb kétszikűek fajszámának alakulásával (-0,912). Az aljűvek fajszáma ugyanakkor szorosnak tekinthető pozitív korrelációt mutatott a pillangósok borítottsági értékeinek alakulásával (0,802), míg az aljűvek borítottsága szorosan negatívan korrelált az egyéb kétszikűek borítottsági értékeivel (-0,906).

Következtetések

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a gyepterület faji összetételét jelentős arányban alkotják a gyomfajok (37,5 %). A területen előforduló 40 fajból 15 gyomfaj, amelyek gyepterületgazdálkodás szempontjából értéktelen fajok. A kapott adatok azt is megmutatták, hogy a

szálfűvek és az aljűvek alacsony fajsúlyuk ellenére a legnagyobb borítottsági arányban fordulnak elő. Aggasztó tény, hogy a degradációra utaló fajok száma és borítottsága is jelentős mértékű, amely a gyepek kezdődő leromlására utal. A mezőgazdasági érték eredménye alapján a gyepek csekély értékű, gyenge, amely a gyomok nagy fajsúlyából és borítottsági értékéből következik. A szociális magatartástípus szerinti csoportosításból megállapítható a zavarástűrő fajok felszaporodása, amelynek oka az évek óta tartó intenzív tájhasználat. A gyepek állapota szempontjából viszont megnyugtató, hogy tájidegen agresszív kompetitorokat nem lehet beazonosítani a vizsgált gyepterületen. A vizsgálati eredmények megmutatták, hogy a zöldtömeghozam alakulása összefüggésben van az időjárási viszonyokkal. A kedvező időjárás (csapadék, optimális hőmérséklet) kedvezően hat a fű növekedésére.

Összességében az eredmények igazolják a Natura 2000 szigorú előírásainak következményeit. A gyepterületen időszakonként szükséges lenne elvégezni különböző agrotechnikai munkákat (például tápanyag-utánpótlás, öntözés), viszont ezek elvégzése nem lehetséges a Natura 2000 szigorú szabályrendszere miatt. Szükséges lenne még valamilyen gyomszabályozási műveletet is elvégezni, hogy megakadályozzuk a terület teljes leromlását. Ha az előírások engednék, célszerű lenne a gyepterület újraterelítése vagy legalább a felülvizsgálata. Tápanyag-utánpótlás is szükséges lenne, mivel az állatok által elhullajtott ürülék már nem elég.

Összefoglalás

Vizsgálatunk célja egy közel 20 éve Natura 2000-es juhlegelő gyeptájak gazdálkodási szempontú botanikai értékelése volt, annak érdekében, hogy képet kapjunk a területen megvalósuló Natura 2000-es szabályozások gyeptájak összetételre, gyeptájak minőségre gyakorolt együttes hatásáról. Vizsgálataink további célkitűzése volt a mintaterületen alkalmazott hasznosítási mód hatásainak értékelése a feltérképezett növényállományokra, a vizsgált gyepek mezőgazdasági értékének, a fajok természetvédelmi érték kategóriáinak, illetve a termés hozamának a meghatározása.

A gyepek állományfelvételét a Braun–Blanquet-féle módszerrel végeztük. Összeállítottuk a növények fajlistáját, becsültük a vegetáció összborítottságát, az egyes fajok becsült borítottságát szintén %-ban adtuk meg, a gyeptájakot és az egyéb fajok arányát figyelembe véve. A botanikai felvételével egy időpontban a gyeptájak magasságát és a termés hozamát Grasshopper tárcsás gyeptájak magasságával is elvégeztük.

A rendelkezésre álló eredmények alapján Nagy (2003) módszerét alkalmazva értékeltük a gyepterület mezőgazdasági értékét. Megállapítható, hogy ennek az értéknek a számszerűsítése a gyepterület minőségének pontos meghatározását teszi lehetővé. Ezen kívül elvégeztük a szociális magatartástípusok elemzését, a degradáció fokának meghatározását Borhidi (1993), a természetvédelmi értékelést Simon (2000) munkái alapján. A szociális magatartási típusok megmutatták a növényállomány természetességi mutatóját.

A kutatómunkánk főbb eredményei a következők: A degradációra utaló fajok száma elég magas, borítottságuk 62,5%-ot ért el, ilyen mértékű gyeptájak jelenlétük a gyepek kezdődő leromlására utal. A gyepek alacsony mezőgazdasági értéke (csekély értékű, gyenge) a gyomok nagy fajsúlyából és borítottsági értékéből következik. Az eredmények igazolják a Natura 2000-es szigorú előírásainak negatív következményeit: a gyeptájak összetételre, mezőgazdasági értékre negatívan hatnak a szabályozás miatt hiányzó agrotechnikai munkákat (tápanyag-utánpótlás, öntözés), a gyomszabályozási munkák, a gyepterület újraterelítése vagy legalább a felülvizsgálata.

Kulcsszavak: Natura 2000, természetvédelem, gyeptájak hasznosítás, gyeptájak összetétel, degradáció

Irodalom

Aleya, A. – Mihok, E. – Pecsenye, B. – Jolji, M. – Kertész, A. – Bárony, P. – Vigh, S. – Cziaky, Z. – Máthé, A.-B. – Burtescu, R.F. – et al.: Phytoconstituent Profiles Associated with Relevant Antioxidant Potential and Variable

- Nutritive Effects of the Olive, Sweet Almond, and Black Mulberry Gemmotherapy Extracts. *Antioxidants* 2023, 12, 1717. <https://doi.org/10.3390/antiox12091717>
- Ángyán J. (szerk.): 2003. Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 625 p.
- Bajnok M.: 2011. Extenzív gyepek hasznosítási lehetőségeinek értékelése. Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő, 144 p.
- Béri B. – Vajna T. – né – Czeglédi L.: 2004. A védett természeti területek legeltetése. In: Nagy G.-Lazányi J. (szerk.): Gyepgazdálkodás. Gyep az agrár és vidékfejlesztési politikában. DE ATC, Debrecen, 2004, pp 50-59.
- Bihari Z. – Babolcsay GY. – Bartholy J. – Ferenczy Z. – Gerhátné Kerényi J. – Haszpra L. – Homokiné Ujváry K. – Kovács T. – Lakatos M. – Németh, Á. – Pongrácz R. – Putsay M. – Szabó P. – Szépszó G.: 2018. Magyarország éghajlata. In: Kocsis Károly (főszerk.): Magyarország nemzeti atlasza: természeti környezet. Magyar Tudományos Akadémia, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet, Budapest.
- Borhidi A.: 1993. A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. (Social behaviour types of the Hungarian flora, its naturalness and relative ecological indicator values.) *Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, Janus Pannonicus Tudományegyetem (KTM-JPTE)*. Pécs. 1993, 3-93.
- Borhidi A.: 1995. Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Bot. Sci. Hung.*, 1995, 39, pp 97-181.
- Borsy Z.: 1975. A nyíri Mezőség. Szabolcs-Szatmár megyei földrajzi olvasókönyv.
- Braun-Blanquet, J.: 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 2. Aufl.–Springer–Verlag, Wien.
- Centeri, Cs. – Herczeg, E. – Vona, M. – Penksza, K.: 2009. The effects of land use change on plant-soil-erosion relations, Nyereg Hill, Hungary. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2009, 172, pp 586-592.
- Ellenberg, H. – Weber, H. E. – Düll, R. – Wirth, W. – Paulissen, D.: 1991. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Scripta Geobotanika, 1991, 18. Glotze Vrl., Göttingen.
- Figeacze Gy.: 2004. A legeltetéses állattartás szerepe és helyszíne napjainkban. WWF-füzetek 24. Budapest.
- Forgó I., Barna S., Tóth Cs., Vágvolgyi S.: 2009. A gyepgazdálkodás problémái, természetvédelem vagy gazdálkodás. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2009, 7, pp 31-34.
- Fűrész A. – Penksza K. – Sipos L. – Turcsányi-Járdi I. – Szentes Sz. – Fintha G. – Penksza P. – Viszló L. – Szalai F. – Wagenhoffer Zs.: 2022. Examination of the Effects of Domestic Water Buffalo (*Bubalus bubalis*) Grazing on Wetland and Dry Grassland Habitats. *Plants-Basel*, 2022, 12:11, p 2184.
- Hortobágyi T. (szerk.): 1968. Növényhatározó II. Harasztok-virágos növények. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kelemen A. – Török P. – Valkó O. – Miglécz T. – Tóthmérész B.: 2013a. Mechanisms shaping plant biomass and species richness: plant strategies and litter effect in alkali and loess grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 2013, 24, pp 1195-1203.
- Kelemen A. – Török P. – Valkó O. – Miglécz T. – Tóthmérész B.: 2013b. A fitomassza és fajgazdagság kapcsolatát alakító tényezők hortobágyi szikes és löszgyepekben. *Botanikai Közlemények*, 2013, 100, pp 1-13.
- Kiss T. – Lévai P. – Ferencz Á. – Szentes Sz. – Hufnagel L. – Nagy A. – Balogh Á. – Pintér O. – Saláta D. – Házi J. – Tóth A. – Wichmann B. – Penksza K.: 2011. Change of composition and diversity of species and grassland management between different grazing intensity in Pannonian dry and wet grasslands. *Applied Ecology and Environmental Research*, 2011, 9(3), pp 197-230.
- Kiss, T.: 2012. Eltérő mezőgazdasági hasznosítású alföldi gyepek cönológiai, gyepgazdálkodási és természetvédelmi célú vizsgálata és értékelése. PhD értekezés, Gödöllő.
- Kovács Gy. – Tuba G. – Czibalmos R. – Csizi I.: 2013. Különböző komposztadagok hatása az extenzív gyep talajának néhány tulajdonságára. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2010/2011, (2), pp 9-14.
- Nagy G.: 2003. A gyepterületek mezőgazdasági értékének meghatározása. In: JÁVOR A. (szerk.): Legeltetéses állattartást! DE ATC Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, MTA Agrártudományok Osztály. 2003. nov. 6., Debrecen. pp 271-279.
- Péczely, Gy.: 1979. Éghajlat. Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest.
- Penksza K. – Házi J. – Tóth A. – Wichmann B. – Pajor F. – Gyuricza CS. – Póti P. – Szentes Sz.: 2013. Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szezonális táplálékanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassa mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. *Növénytermelés*, 2013, 62(1), pp 73-94.
- Penksza K. – Ifj. Viszló L. – Stilling F. – Turcsányi-Járdi I. – Pápay G.: 2021. Magyar szürke szarvasmarha szántóból kialakított legelő természetvédelmi gyepgazdálkodási vizsgálata Csákvár melletti „szűzföld” területén. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2021, 19(2), pp 3-14.
- Priszter Sz.: 1998. Növényneveink. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 1998, pp 287-541.
- Saláta D. – Wichmann B. – Házi J. – Falusi E. – Penksza K.: 2011. Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. *AWETH*, 2011, 7(3), pp 234-262.
- Saláta D. – Falusi E. – Wichmann B. – Házi J. – Penksza K.: 2012. Faj és vegetáció-összetétel elemzés legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fás legelők különböző növényzeti típusaiban. *Bot. Közlem.*, 2012, 99, pp 143-160.
- Simon T.: 1992. A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok-virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 1992, pp 201-825.
- Simon T.: 2000. A magyarországi edényes flóra határozója. Tankönyvkiadó, Budapest
- Soó R. - Máthé I.: 1938. A Tiszántúl flórája (Flora plantae Hungariae Transtibiscensis). Magyar Flóraművek 2. (Flora Religionum Hungariae Criticae II.) Debreceni Egyetem Növénytani Intézet, Debrecen.
- Soó, R.: 1960. Magyarország új florisztikai-növényföldrajzi beosztása. In: A Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportjának Közlemények, 1960, 4(1-2), pp 43-82.

- Soó, R.: 1964-1980. A magyar flóra és vegetáció rendszertani -növényföldrajzi kézikönyve I-VI. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Soó, R.: 1980. A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve VI. (Taxonomical and geobotanical handbook of the Hungarian flora and vegetation. Volume VI.) Magyarország növényföldrajza és magasabb szervezetségű (száraz) növényeinek rendszertani feldolgozása, ökológiai-növényföldrajzi jellemzése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Szabó G. – Zimmermann Z. – Szentés Sz. – Sutyinszki Zs. – Penksza K.: 2010. Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési-fertő gyepeiben. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2010, 8, pp 31-38.
- Szabó G. – Zimmermann Z. – Bartha S. – Szentés Sz. – Sutyinszki Zs. – Penksza K.: 2011. Botanikai, természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelőkön. Tájékológiai Lapok, 2011, 9(2), pp 431-440.
- Szemán L.: 2006. Gyepgazdálkodási alapismeretek. Egyetemi jegyzet, SZIE MKK Gödöllő.
- Szigetvári Cs.: 2015. Legeltetés, gyepré alapozott állattartás természetvédelmi szempontú értékelése. Nyíregyháza.
- Szilágyi D. – Tóth Cs.: 2018. Gyepterületek fitocönológiai felmérése Tiszapüspöki határában. In: Dinya, L., Baranyi, A. (szerk.): XVI. Nemzetközi Tudományos Napok: „Fenntarthatósági kihívások és válaszok” - A Tudományos Napok Publikációi. Gyöngyös. EKE Líceum Kiadó, 2018, pp 1705-1712.
- Tasi J.: 2003. Gyeppek mérgező és gyomnövényei. SZIE Gödöllő, 2003.
- Tasi J.: 2006. Gyepnövények fenofázisainak hatása a minőségre és a legelési sorrendre. Doktori (PhD.) dolgozat, Gödöllő, 2006.
- Tasi J.: 2007. Diverse impacts of nature conservation grassland management. Cereal Research Communications, 2007, 35, pp 1205-1209.
- Tasi J.: 2018. Legeltetési módszerek, Magyar Állattenyésztők Lapja, 2018, 12, pp 38-39.
- Tasi J. – Bajnok M. – Halász A. – Szabó F. – Harkányiné Székely Zs. – Láng V.: 2014. Magyarországi komplex gyepgazdálkodási adatbázis létrehozásának első lépései és eredményei. Gyepgazdálkodási közlemények, 2014, (1-2), pp 57 -64.
- Tóth Cs. – Nagy G. – Nyakas A.: 2003. Legeltetett gyepek értékelése a Hortobágyon. Agrártudományi Közlemények, 2003, 10, pp 50-55.
- Török P. – Arany I. – Prommer M. – Valkó O. – Balogh A. – Vida E. – Tóthmérész B. – Matus G.: 2009. Vegetation and seed bank of strictly protected hay-making Molinion meadows in Zemplén Mountains (Hungary) after restored management. Thaiszia, 2009, 19(1), pp 67-78.
- Török P. – Deák B. – Vida E. – Valkó O. – Lengyel SZ. – Tóthmérész B.: 2010. Restoring grassland biodiversity: sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. Biological Conservation, 2010, 143, pp 806-812.
- Török P. – Miglécz T. – Valkó O. – Kelemen A. – Deák B. – Lengyel SZ. – Tóthmérész B.: 2012a. Recovery of native grass biodiversity by sowing on former croplands: Is weed suppression a feasible goal for grassland restoration? Journal for Nature Conservation, 2012, 20, pp 41-48.
- Török P. – Miglécz T. – Valkó O. – Kelemen A. – Tóth K. – Lengyel SZ. – Tóthmérész B.: 2012b. Fast recovery of grassland vegetation by a combination of seed mixture sowing and low-diversity hay transfer. Ecological Engineering, 2012, 44, pp 133-138.
- Török P. – Valkó O. – Deák B. – Kelemen A. – Tóthmérész B.: 2014. Traditional cattle grazing in a mosaic alkali landscape: Effects on grassland biodiversity along a moisture gradient. PLoS ONE, 2014, 9(5), e97095.
- Török P. – Penksza K. – Tóth E. – Kelemen A. – Sonkoly J. – Tóthmérész B.: 2018. Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing on grassland biodiversity. Ecology and Evolution, 2018, 8, pp. 10326-10335. doi/full/10.1002/ece3.4508
- Uj B. – Juhász L. – Szemán L. – Ifj. Viszló L. – Penksza A. – Szentés SZ. – Tóth A. – Penksza K.: 2013a. Cönológiai vizsgálatok különböző telepített és felújított gyepekben, Agrártudományi Közlemények, 2013, 51, pp 55-58.
- Uj B. – Juhász L. – Póti P. – Besnyői V. – Szerdahelyi T. – Ifj. Viszló L. – Penksza K.: 2013b. Bivalylegeltetés hatása a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) terjedésére egy Zámoly-medencében található mintaterületen. Sustainable development in the Carpathian Basin” conference, Budapest, Hungary, 2013. november 21-23., pp 135-136.
- Uj B. – Juhász L. – Szemán L. – Ifj. Viszló L. – Penksza A. – Szentés SZ. – Házi J. – Sutyinszki Zs. – Tóth A. – Penksza K.: 2014. Telepített és felújított gyepek, parlagok összehasonlító botanikai, gyepgazdálkodási vizsgálata, AWETH, 2014, 10(1), pp 85-106.
- Vinczeff I.: 1993. Legelő és gyepgazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Vinczeff I.: 2001. Lehetőségeink a legeltetési állattartásban. DGYN, 2001, 17, pp 7-21.
- Vinczeff I.: 2003. Gyepgazdálkodásunk jellemzése. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2003, 1, pp 4-12.
- Vinczeff I.: 2005. Legeltessünk? Gyepgazdálkodási Közlemények, 2005, 3, pp 36-39.
- Vinczeff I.: 2006. A legelő értéke. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2006, 4, pp 129-137.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF GRASSLAND UTILIZATION ON THE TISZAVASVÁRI-JÓZSEFHÁZA NATURA 2000 GRASSLAND AREA

Csilla Tóth, Cintia Gencsi

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400

Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

toth.csilla@nye.hu, gencsicintia@gmail.com

Summary

The aim of our study was to perform a botanical assessment of a Natura 2000 sheep pasture established nearly two decades ago, in order to evaluate the combined effects of Natura 2000 management regulations on grassland composition and quality. An additional objective was to assess the impact of the applied utilization type on the surveyed vegetation, as well as to determine the agricultural value, the nature conservation value categories of species, and the yield of the studied grassland.

Vegetation surveys were carried out using the Braun-Blanquet method. A comprehensive species list was compiled, total vegetation cover and individual species cover were estimated in percentages, considering the proportions of grass-forming and other species. Simultaneously with the botanical survey, grass height and yield measurements were conducted using a Grasshopper disc pasture meter. Based on the collected data, the agricultural value of the grassland was evaluated according to the method of Nagy (2003), which allows an accurate quantification of grassland quality. The social behaviour types (SBTs) were analysed and the degree of degradation was determined following Borhidi (1993), while nature conservation value assessment was performed based on Simon (2000). The distribution of SBTs reflected the naturalness index of the vegetation.

The main findings of the research indicate that the proportion of species characteristic of degraded habitats was relatively high, reaching a total cover of 62.5%, suggesting the onset of grassland deterioration. The low agricultural value (poor to weak) of the stand is attributable to the high number and cover of weedy species. The results confirm the negative consequences of strict Natura 2000 management prescriptions, particularly the lack of agro-technical interventions (such as nutrient replenishment, irrigation, weed control, and reseeding or overseeding), which adversely affect grassland composition and agricultural value.

Keywords: Natura 2000, nature conservation, grassland management, species composition, grassland degradation

LEGELTETETT ÉS ISTÁLLÓZOTT MAGYARTARKA SZARVASMARHA ÁLLOMÁNY TERMÉKENYSÉGI ÉS TERMELÉSI MUTATÓINAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

TÓTH Csilla – JUHÁSZ Attila

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/B, e-mail: toth.csilla@nye.hu, attilaj15@gmail.com

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.29>

Bevezetés

Számos magyartarkáról szóló tanulmány bevezető soraként találkozhatunk ezzel a mondattal: „A magyartarka fajta sajátos öröksége a magyar földnek.” Ez a sokoldalú, erőteljes és ellenállóképes fajta napjainkban azonban veszélyeztetett helyzetben van, az aktív állomány száma 55.000 – 60.000. Jelenleg a magyar szarvasmarha állomány 18-20%-a magyartarka. A fajta tenyésztés-szervezésével, genetikai fejlesztésével és nemzetközi képviselésével az 1989-ben alakult a Magyartarka Tenyésztők Egyesülete foglalkozik.

Míg 1972-ben, amikor a holstein-fríz fajta betelepítése megkezdődött Magyarországra, egy magyartarka tehénnek átlagosan 3600 kilogramm volt a tejtermelése, addig manapság már 6300 kilogramm. Közismert, hogy a magyartarka tehén által adott tej beltartalma, így a fehérje- és a zsír összetétele jobb más fajtákhoz képest. Hústermelését a kiváló vágóérték, korszerű húsmínőség (márványozottság), porhanyósság, kiváló gasztronómiai érték jellemzi, kitűnő minőségű a borjú húsa. Ezen előnyös tulajdonságok mellett a biológiai stabilitás és a hosszú hasznos élettartam is jellemzi.

A vizsgálat célja egy családi tulajdonban lévő magyartarka állomány (106–104 db tehén, 2 db tenyészbika, 40 db üsző és 30 db hízóbika) termékenységi és termelési mutatóinak összehasonlító vizsgálata legeltetett, illetve istállózott körülmények között. További cél volt az eltérő tartásmódokból adódó termékenységi és termelési mutatói közötti különbségek összehasonlító elemzése, következtetések levonása az eltérő takarmányozási mód okozta eltérések mibenlétére vonatkozólag, illetve javaslattevél megfogalmazása a legoptimalizáltabb termékenységi és termelési mutatók eléréséhez.

Irodalmi áttekintés

A magyartarka fajtával kiváló minőségű, a nemzetközi piacon jól értékesíthető marhahúst és magas beltartalmi értékű tejet lehet előállítani. Miesenberger és Fuerts (2006) vizsgálatai alapján a tenyésztési cél a kettős hasznosítású fajtáknál, mint például a magyartarka, nagyon összetett. Hosszú távú tenyésztési cél, hogy a magyartarka tejtermelési tulajdonságainak növelése lehetséges legyen anélkül, hogy a fitness tulajdonságok, vagy a hústermelő képesség romlana. A jó tejtermelő képességű tehéntől azt várjuk, hogy a laktáció során egyenletese sok tejet termeljen kiváló beltartalommal, géppel eredményesen és a tögy szövetállományának károsodása nélkül fejhető legyen (Egri et al, 2012). A jól perzisztáló tehén a laktáció során nagy termelésre képes anélkül, hogy jelentős különbségek legyenek a napi tejmenyiségek között. Az egyenletes termelés kevésbé veszi igénybe a szervezetet (Bedő et al., 2014). Megállapítható, hogy a perzisztencia javulási tendenciát mutat a hazai magyartarka állományban, mely részben az előtérbe kerülő a német és osztrák tenyészbikáknak, másrészt pedig a tejmenyiségre végzett szelektációnak köszönhető (Komlósi – Húth, 2010).

A legeltetési állattartás hazánkban nagy hagyományokra és eredményekre tekint vissza (Kiss, 2012). A magyartarka szarvasmarha az aljfüvekben gazdagabb, puhább, dús levélzetű, mérsékelten magas állományú legelőt kedveli, de elfogyasztja a rostosabb, durvább növényeket is, kevésbé válogat, mint a juh. Virágzás után már nem szereti a legelőfűvet (Mihók, 2005). Legelésének előnye az, hogy nem rágja tövig a fűvet. A takarmány felvételekor inkább tépi, mintsem harapja a növények részeit. Béri (1989) vizsgálatai igazolják azt, hogy a legeltetés megfelelő körülmények között intenzív tejtermelésnél is képes fedezni az állatok takarmány

szükségletét. A terület környezeti adottságai erősen befolyásolják a szarvasmarha hús- és tejhozamát is (Clark et al., 1974; Dent et al., 1968; Burtis – Phillips, 1987; Gibb et al., 1997). A szarvasmarha a puha talajú legelőt zsombékosná teszi, melyhez hozzájárul a nagy tömege, és az is, hogy az előtte járó csapásába lép bele, így tovább mélyíti azokat, ezáltal a nedves talajfelszínen egyenetlenségek alakulnak ki (Czeglédi et al., 2002). Fűízletességi vizsgálatok (Barcsák és Kertész (1989)) utalnak arra, hogy a marha a korán növvő, nagy víztartalmú és durva szerkezetű növényeket elkerüli. Először azokat a növényeket legelik, amelyeket ízletesnek tartanak (ez általában 2-3 növény). Legelés közben a kevésbé ízletes fajokat későbbre hagyják. Ezeket csak akkor fogyasztják, ha nincs más, értékesebb legelhető növény.

A legelő a rajta élő állatok számára elsősorban takarmányforrás, de egyúttal termelési környezet is. A legeltetés, a legelő állat szabad levegőn történő mozgása, a legelés során elfogyasztott friss fű tartósított takarmányokkal szembeni kedvező beltartalma a legelő állat szempontjából számos élettanilag fontos, kedvező hatással bír. A legelőre járó állatok edzettebbek, hasznos élettartamuk hosszabb, ivari életük zavartalanabb, élénkebb, kevesebb közöttük a meddő, ritkább a nehéz ellés és az ellés utáni rendellenesség.

A gyepré alapozott állattartás egyik előnye, hogy az állatok friss növényi részeket – köztük a növények fiatal hajtásait és rügyeit – fogyasztanak, amelyek magas antioxidáns-tartalmuk és bioaktív fitokémiai összetevőik révén kedvezően befolyásolják az anyagcserét, az immunfunkciót és az általános egészségi állapotot (Aleya et al., 2023). A legelőn található zsenge, növekedésben lévő növényi részek fogyasztása hozzájárulhat a kérődzők oxidatív stresszének csökkentéséhez és általános kondíciójának javításához.

A frissen legelt fű vegetációs víz tartalma a táplálóanyagokat oldott állapotban tartalmazza, ezért könnyebben emészthetők, jobban hasznosulnak. A rágáskor, kérődzéskor termelődő nagy mennyiségű nyál pufferozza az emésztés során a szénhidrátokból keletkező savakat. A nyersrost biztosítja, hogy a bendőben képződő ecetsav és propionsav megfelelő arányban álljon rendelkezésre a tejsír szintéziséhez (Forgó, 2018).

A legelő fűvel elfogyasztott zöld növények karotin-tartalma biztosítja a legelő állatok A-vitamint igényét (Béri, 2011). A friss fű karotin tartalma növeli a szervezet ellenállóképességét, kedvező hatású a nemi szervek egészséges működésre, a termékenyülésre (Forgó, 2009). A takarmánynövények közül különösen a fűfélék és a pillangósvirágúak pl. lucerna zöld állapotban jelentős mennyiségben tartalmaznak β -karotint. Brydl (2004) a következőkben foglalja össze az elégtelen mennyiségben elfogyasztott karotin-hiány hatását: A-vitamin-hiány, karotinhány (vagy nem elegendő A-vitamin-kiegészítés), illetve a felszívódás zavara esetén bélgyulladás lép fel. Növendék üszőkön és bikákon a lábvég bőrének ellenálló-képességének csökkenése miatt a sérüléseken át baktériumos fertőzés következik be, sántaság lép fel. Tehenekben a petefészek és a méhnyálkahártya károsodásának következtében szaporodási zavarok jelentkeznek. Gyakori a csendes ivarzás, a magzatelhalás és -felszívódás. A tehén a tejjel jelentős mennyiségű, 1,2-1,8 μ mol A-vitamint ürít, ezért a tejelő tehén A-vitamin-szükséglete jelentős, 3200 NE/takarmányszárazanyag kg (Brydl, 2004). A borjú az élete első 4-6 hetében nem képes a karotinból A-vitamint szintetizálni, ezért különösen nagy jelentősége van a kolosztrummal, (vagy későbbiekben a tejpótló tápszerrel) felvett A-vitaminnak.

A D-vitamin élettani szerepe szintén meghatározó. Legelés közben az állatok D₂- és D₃-vitaminhoz jutnak. A D₂-vitamin a növényekben lévő ergoszterinből képződik, a D₃-vitamin, a szervezetben szintetizálódó 7,8-dehidro-koleszterinből a bőrben a napfény ultraibolya sugarainak hatására képződik. A D-vitamin biológiailag aktív metabolitja hormonszerű hatást fejt ki, részt vesz a szervezet kalcium- és foszforforgalmának a szabályozásában. Szabályozza a kalcium bélből történő felszívódását, kisebb mértékben segíti elő a foszfor felszívódását. Szabályozza a vér és a sejt közötti folyadéktér kalcium- és foszfor-koncentrációját. A napfény és az ultraibolya sugárzás hatására az állatok bőrében keletkező D₃-vitamin tehát fontos szerepet játszik az ásványi anyagok (kalcium) forgalmának szabályozásában. Fiatal állatokban a hosszantartó D-vitamin-hiány legjellemzőbb tünete az angolkór. Romlik az étvágy és a takarmányhasznosítás, az állatok a fejlődésben visszamaradnak. Felnőtt állatban csontlágyulás alakul ki. A tehének ellési bénulásának kóroktanában és kórfejlődésében ugyancsak szerepe van a D-vitamin-hiálynak.

Nagy tejtermelésű tehenek D₃-vitamin-szükséglete 300 NE/takarmány-szárazanyag kg (Brydl, 2004).

A legelőn való tartózkodás során a legelő állatot érő ultraibolya sugárzás aktiválja az enzimeket, serkenti a belső elválasztású mirigyek működését. A napsugárzás hatására növekszik a fertőző betegségekkel szembeni ellenállóképesség (baktericid hatású) is (Forgó, 2018).

Bizonyos környezeti hatások, a stressz, de főleg a meteorológiai hideg- és meleg- fronthatások erősen befolyásolják a ciklus ivari működését, némely esetben szinte szinkronizálni tudják az állományban az ivarzásokat. A nőivarú állatok akkor érik el az ivarérettségüket, amikor a petefészkek kifejlődtek, és alkalmasak arra, hogy rendszeresen petesejtet termeljenek. A takarmányozás intenzitásával az ivarérettség ideje befolyásolható. A bőséges takarmányozása gyorsítja a fejlődést és vele együtt az ivarérettséget. A takarmányozás befolyásolja a petefészkek kifejlődését, annak folyamatos működését, hatása a hipotalamusz hormontermelésére gyakorolt befolyásolásán alapszik. A petefészkek működése szempontjából fontos az állatok energiaellátása. A sovány, alulkondicionált állat ivarzása rendszertelenné válik, nő a csendesen ivarzó egyedek száma, tartós energiahiányos állapot le is állíthatja a petefészkek működését. Ez az állapot védekező mechanizmusként is felfogható, mely védi az állatot egy nem kielégítő takarmányozással társuló vemhesség káros hatásaival szemben (Kakuk és Schmidt, 1991; Schmidt, 2003).

A legeltetés során a klimatikus tényezők közül az éves hőösszeg, a hőségnapok, a csapadék mennyisége hat a borjak 205 napos választási súlyára. Amíg a hőmérséklet nem haladja meg a komfortzóna felső értékét, addig nem befolyásolja az állatok takarmányfelvételét. A felső kritikus hőfok függ az állati termelés színvonalától, húsmarha állományokban ez 25 °C körül alakul. A bikaborjak nagyobb növekedési erélye miatt érzékenyebb a környezeti hatásokra, ez a kedvezőtlen körülmények között növekedésükben nagyobb visszaesést okoz. Az ezt meghaladó hőmérséklet esetén lineárisan csökken az állatok takarmányfelvétele.

A csapadékvízviszonyokkal kapcsolatban megállapítható, hogy a gyepnövényzet számára hasznos tenyészidőszakbeli csapadékmennyiség értéke akkor optimális, ha a 300 mm-t eléri. Ezen érték alatti csapadékmennyiség kedvezőtlenül hat a vegetációra, ezáltal az állat táplálóanyagának minőségére, ellátottságára. A 300 mm feletti csapadékmennyiség pedig növeli a létfenntartó energia szükségletet (hővesztesség, száraz pihenőhelyek hiánya) az izotermia fenntartása és az állás miatt. Megjegyzendő, hogy az eső miatt a szőrből lévő levegő szigetelő rétegének a pufferhatása megszűnik, ez tovább fokozza a hőleadást. Megállapítható, hogy mind a magas hőmérséklet, mind az extrém csapadékos időjárás kedvezőtlenül hat a tehenek és üszők termékenyülésére, valamint a borjak választási súlyára. Ebből adódóan az évről-évre különbségek jelentősek lehetnek.

A takarmányozás igen sokoldalúan befolyásolja a tej minőségét, hiszen hatással van összetételére, ipari feldolgozhatóságára, de a takarmányozás tehető felelősség legtöbbször az ízhibákért is. A tej összetevői közül a takarmányozás legnagyobb mértékben a tej zsírtartalmát befolyásolja. Ahhoz, hogy a tehenek öröklött képességüknek megfelelő zsírtartalmú tejet tudjanak termelni, a legfontosabb feltétel a takarmány kielégítő nyersrost tartalma. Ennek az a magyarázata, hogy a tej zsírjának több mint a felét a bendőben a nyersrost lebontásakor termelődő szerves savakból – főleg ecetsavból – állítja elő a tehén. Mezőgazdasági kutatók szerint a takarmány szárazanyagának legalább 17-18 % nyersrostot kell tartalmazni ahhoz, hogy a tej zsírtartalma a fajtára jellemző legyen. Ezért a tehenek megfelelő tömegtakarmány – főleg szálaltakarmány – ellátása alapfeltétele a zavartalan tejszír termelésnek.

Az irodalmi adatok azt igazolják, hogy a legeltetés, zöldtakarmányok etetése, megfelelő tömegtakarmány és abrak arányú fejadag etetése, valamint olajos magvak adagolása lehetővé teszi a kedvezőbb zsírsav-összetételű tej előállítását (Gundel (2006); Fébel és Várhegyi (2007); Schmidt és Zsédely (2011)). Viszket et al. (2011) Nyugat-Magyarország nyers tejmintáinak zsírsav-összetételét elemezve Varga et al. (2003) megfigyeléseihez hasonlóan megállapították, hogy erőteljes a legeltetés hatása a tej zsírsav-összetételére. Eredményeik megerősítették azon korábbi megállapításukat (Viszket et al., 2010), miszerint a hazai szarvasmarha telepek által termelt tej, a tartósított tömegtakarmányokra alapozott takarmányozásnak köszönhetően

kedvezőtlenebb zsírsav-összetétellel rendelkezik, mint amit az irodalmi adatok a legeltetett kérődző állatokra vonatkozóan közölnek (Precht – Molkentin, 2000).

A tej fehérjetartalmát a takarmányozás ugyancsak befolyásolja. A hatás azonban nem a takarmány fehérjetartalmától, hanem a tehének energiaellátásától függ. Ha a tehének energiaellátása kifogástalan, elegendő mikrobaférfje fog a bendőben termelődni, amit a tehének fel tudnak használni a tejfehérje képzéséhez. A tej cukortartalmát takarmányozással nem lehet változtatni. Ha nem áll elegendő táplálóanyag – glükóz – a tejcukor előállításához a tehének rendelkezésére, azok kénytelenek tejtermelésüket csökkenteni. A tej ásványi anyagai közül a takarmányozás a tej Ca- és P-tartalmát nem befolyásolja. Ez egyúttal azt jelenti, hogy amennyiben nincs a takarmányban elegendő Ca- és P, a tej mennyisége lesz kevesebb. A tej karotin, A- és E-vitamin-tartalma ugyancsak attól függ, hogy a takarmány mennyit tartalmaz ezekből az anyagokból.

A legelőre alapozott tejhasznosítású állományokban a legeltetés nemcsak a termelést, hanem a minőséget (garanciális és funkcionális) nagymértékben befolyásolja. A garanciális minőségnél elsősorban a tej ízét, színét befolyásoló tényezőkre kell odafigyelni. Ilyen a legeltetett növények aránya, mennyisége, illetve ízrontó növények megléte, hiánya. A funkcionális minőséggel kapcsolatban a tej zsírsav-összetételére kell figyelni. A legeltetés hatására a rövid szénláncú zsírsavak (kapron, kapril, kaprinsav), a konjugált linolsav aránya megnövekedik, mind a tejben, mind a sajtban. A legeltetés megnöveli továbbá a többszörösen telítetlen zsírsavtartalmat, valamint az élettanilag fontos n-3 zsírsavak mennyiségét. A legeltetett állatok tejének n-6/n-3 zsírsav aránya az élettanilag kedvező értéket éri el (Póti et al., 2007).

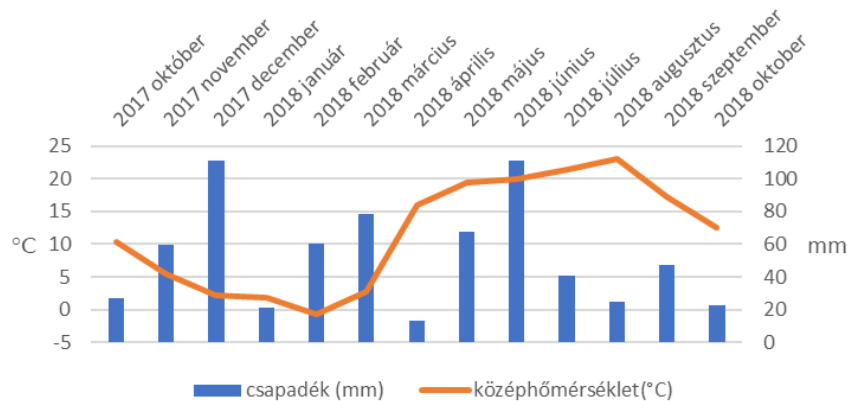
Anyag és módszer

A vizsgálat első évében (2018) az állatok legeltetése a 30 hektáros Csaholy-Páskom legelőn történt. A legelő a Nyírség K-DK-i részen helyezkedik el, Nyírcsaholy határában, annak keleti részén, 114 - 118 m tengerszint feletti magasságban. Talajtípusát tekintve a humuszos homok és lápos réti talaj csoportjába sorolható. A legelő fasorral határolt, melynek nagy szerepe van a nyári hőstresszes napokon. A legelő közepén egy négy hektáros tó található. Fekvéséből adódóan a legelő uralkodó szél iránya észak-keleti.

A terület időjárási viszonyai a következők: mivel a legelő a mérsékelt meleg és a mérsékelt hűvös éghajlati öv határán terül el, éghajlatára nagy hatással vannak az atlanti és kontinentális légtömegek. Éreztetik hatásukat a mediterrán és skandináv eredetű légtömegek is. A vízellátottságot tekintve mérsékelt száraz. Az éves napfénytartam 1930-2000 óra között változik, ezen belül nyáron 780-790, télen pedig 170-175 óra napsütés a megszokott. Az évi középhőmérséklet 9,5-9,7 °C között jellemző, amittől eltérés az április 05. és október 18. közötti időszakban mérhető, amikor 193-195 napon át a napi középhőmérséklet meghaladja a 10 °C-t. A területen a középhőmérséklet nem csökken fagypont alá általában 185-188 napon keresztül. A legmelegebb nyári napok maximum hőmérsékleteinek átlaga 34,0 °C körüli, míg a leghidegebb téli napok minimumainak átlaga -18,0 és -17,0 °C közötti. A nyári napok száma 65-70, a hőségnapoké 15-20 között változik. A csapadék évi összege átlagosan 570-590 mm közötti, melyből a vegetációs időszakban 350-360 mm eső valószínű. A csapadék éves eloszlása kedvezőtlen, nagy ingadozást mutat. A hótakarós napok száma 45 nap körüli és az átlagos maximális hó vastagság 18-20 cm. A nem túl hő- és vízigényes kultúrák számára egyaránt alkalmas az éghajlat.

A vizsgált év éves középhőmérséklete 11,63 °C volt, ami a sokévi átlagot (9,5-9,7 °C) jelentősen meghaladta. A tavaszi aspektus szempontjából értékes raktározott téli csapadéknak, illetve magának a tavaszi csapadéknak az eloszlása a vizsgált években jelentős eltéréseket mutatott (ez az időszak a november-májusi időszakot jelenti). A raktározott téli, valamint a tavaszi csapadékok alapján megállapítható, hogy 2018-ban, a legeltetett évben ezen időszakokban 399,9 mm volt a lehullott csapadék értéke (*l. ábra*). Ez viszonylag sok raktározott csapadékot jelentett. Ez a csapadékmennyiség kedvező vízellátást biztosított a növényzet számára, a kedvező

csapadékellátottság mellett a tavasz is enyhe volt (májusban 19,5 °C volt az átlaghőmérséklet, a lehullott csapadék mennyisége pedig 67,3 mm).



1. ábra. A gyeptermésre mennyiségét befolyásoló vegetációs periódus csapadék és hőmérsékleti viszonyainak alakulása a legeltetési gyephasznosítás évében (2018)

Forrás: FETIVIZIG (Saját szerkesztés)

A 2018 júniusa kifejezetten csapadékos volt (1. ábra), ami a gyeptermés szempontjából kedvező (főként, ha figyelembe vesszük, hogy a Csaholy-Páskom legelőt a higromezofil-mezofil fajok meghatározó jelenléte jellemzi). A július és augusztus (21,4, illetve 23,1 °C-os havi átlaghőmérséklet, valamint 40,8 °C-os havi átlaghőmérséklet és 25,4 mm átlagcsapadék) ezzel szemben kifejezetten melegnek és igen száraznak bizonyult, ami negatívan hatott a gyepre, kiegészítő takarmányozás vált indokolttá.

A Csaholy-Páskom legelő egy természetes, magasfüves ősgyep társulás. A legelő igen vegyes összetételű, fajgazdag gyeppel, jellemző rá a nagy hozamú, jó beltartalmi értékekkel bíró elsőrendű füvek dominanciája. A legeltetett gyeppben az elsőrendű füvek aránya a meghatározó. Közülük az angol perje (*Lolium perenne*), réti perje (*Poa pratensis*), olasz perje (*Lolium multiflorum*), vörös csenkesz (*Festuca rubra*), nádképű csenkesz (*Festuca arundinacea*), franciaperje (*Arrhenatherum elatius*) található meg jelentős arányban. Szintén számottevő a csomós ebír (*Dactylis glomerata*) gyeppbeli aránya is. A réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) és a réti komócsin (*Phleum pratense*) mellett kis borítással előfordul a gyeppben a veresnadrág csenkesz (*Festuca pseudovina*) is, mint másodrendű fű. A gyomfűvek csoportjából a puha rozsok (*Bromus mollis* - harmadrendű fű) szálszerűen a legelő szélén, zavarásnak kitett részein fordul elő, a taposásnak intenzívebben kitett részekben megnő a csillagpázsit (*Cynodon dactylon*) borítottsága.

A legelő meghatározó pillangósai a fehérhere (*Trifolium repens*), vöröshere (*Trifolium pratense*), kúszólucerna (*Medicago sativa* subsp. *varia*) és a szarvaskerep (*Lotus corniculatus*). Szálszerűen megtalálható a komlós lucerna (*Medicago lupulina*), a sárkerep lucerna (*Medicago falcata*), a réti és a korcs here (*Trifolium pratense*, *T. hybridum*) is. Megjelenik a gyeppben a réti lednek (*Lathyrus pratensis*), valamint a szennyos bükköny (*Vicia grandiflora*).

Kétszikűek közül előfordul a gyeppben a réti boglárka (*Ranunculus acris*), a közönséges lizinka (*Lysimachia vulgaris*), a gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*), illetve a közönséges cickafark (*Achillea millefolium*). Megtalálható őszi oroszlánfő (*Leontodon autumnale*), a kakukkszegfű (*Lychnis flos-cuculi*), a pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*), a kúszó boglárka (*Ranunculus repens*) és a csörgő kakascímer (*Rhinanthus minor*). Gyógyhatású gyeppalkotó a közönséges bojtorján (*Arctium lappa*) és a mezei menta (*Mentha arvensis*). Ezek a gyeppalkotó fajok fokozzák a gyepp ízletességét, továbbá kedvező élettani hatással bírnak a legelő állat szempontjából. Megjelenik a gyeppben a közönséges és a tejoltó galaj (*Galium mollugo*, *G. verum*) és a varfű (*Knautia arvensis*). Gyomok közül szálszerűen a következő fajokat tudjuk megemlíteni: betyárkóró (*Conyza canadensis*), sertés zörgőfű (*Crepis setosa*), bókáló bogács (*Carduus*

nutans), foltos bürök (*Conium maculatum*), közönséges aszat (*Cirsium vulgare*), mezei aszat (*Cirsium arvense*).

A vizsgált magyartarka állomány 2018-ban 106, 2019-ben 104 db tehénből, valamint 2 db tenyészbikából, 40 db üszöböl és 30 db hízbikából állt. A tehenek átlagéletkora 3,54 év volt, öt egyed betöltötte 11. életévét is. Súlyuk 650 és 800 kg között változott. Az első kihajtásuk, eltérve a Szent György napi népszokástól, később, normál tavaszi időjárás mellett május elsejére esett. A kihajtás a reggeli fejés után, hat óra környékén volt. A tehenek 11 és 13 óra között deleltek, ilyenkor a kút köré gyűltek és fekvé kórództek. Ez után egy rövidebb ideig tartó legelés következett, 15 órakor elindultak vissza a telepre a délutáni fejésre. A legeltetés alatt csak kiegészítő takarmányozás történt, az abraktakarmányon kívül kukorica silót, fű szénát, és ha szükségesnek tűnt, lucernaszénát kaptak az állatok. A legeltetés október közepén, az első fagyok előtt befejeződött, mivel a legelő gypállománya nem volt képes kielégíteni a marhák takarmány szükségletét.

A legelés típusa pásztorló legeltetés (szabad láb alóli legeltetés) volt, a csordás a fű minősége és a tehenek igénye alapján döntött a legelés helyéről.

A 2019-től kezdődően a munkaerő-hiány miatt a nyári legeltetés elmaradt, a gazdaság áttált az egész éves istállózott tartásmódra. A gazdaság állatai egy 150 férőhelyes tehénistállóban, illetve egy 120 férőhelyes borjúnevelő istállóban kerültek elhelyezésre. A tehénistálló mélyalmos, középső etetőutas kialakítású. A téli és nyári hőstressz mértékének csökkentése érdekében szigetelt tetővel, 10 méteres szabad belmagassággal, automatizált működésű elektromos oldalfallal, kettő vertikális ventilátorral és szükség esetén párástítóval felszerelt. A világítás speciális, automata vezérlésű, télen megnöveli a világos órák számát, éjszaka vörös LED izzók biztosítják az állatok megfigyelését, úgy, hogy ők ezt a fényt kevésbé érzékelik, tehát biztosított a sötét órák száma is. A fejés naponta kétszer, reggel 04:35-től 06:00-ig és délután 15:35-től 17:00-ig valósul meg, halszállás elrendezésű fejőházban. A takarmány mix kukorica szilázsából, lucerna szenázsból, lucerna szénából, réti szénából és tejelő tápból állt, az 1. táblázatban látható összetételben.

A nyári meleg napok kivételével a takarmány naponta egyszer, reggel volt bekeverve, majd kiosztva az egész napi adag. Amennyiben a napi középhőmérséklet meghaladta a 20 °C-ot, a takarmány bekeverése és kiosztása a fejés ideje alatt, naponta kétszer került elvégzésre. Ilyenkor a reggeli bekeveréshez takarmányösszetételtől függően plusz ivóvizet kaptak az állatok.

1. táblázat. A tejelő állomány számára juttatott takarmány adag összetétele egy állatra számítva (2019)

Takarmány neve	Súly egyedenként (kg)	Szárazanyag (kg)
Lucerna szenázs	12,00	5,40
Kukorica szilázs	12,00	3,24
Tejelőtáp	10,00	8,69
Lucerna széna	4,00	3,60
Réti széna	2,00	1,86
Összesen:	40,00	22,79

Forrás: Saját adatok (Saját szerkesztés)

A tej mennyiségének és beltartalmának alakulásának vizsgálatához szükséges adatok a 2018-as, illetve a 2019-es vizsgálati év tejmintavételi jegyzőkönyveiből származtak. A vizsgálatot a Magyar Tejgazdasági Kísérlet Intézet Kft. Kutató-Élelmiszervizsgáló és Nyerstetj Minősítő Laboratóriuma (MTKI) végezte. A tejmintákat dekádonként, havonta általában háromszor, szűrőpróba szerint vizsgálták.

Eredmények és értékelésük

Az állomány termékenység mutatóinak alakulása

Az ellési százalékot alakulását a két vizsgált évben a 2. táblázat tartalmazza. A legeltetett tartásmód mellett, 2018-ban január elsején 106 tehén szerepelt az állatállomány-nyilvántartó rendszerbe. Ez év alatt 96 borjú született. Ezen adatok alapján az ellési százalék 90,56%, kiválónak mondható.

2. táblázat. A 2018-as és a 2019-es évben tartott tehenek és azon évben született borjak számának(db), valamint az ellési százalék (%) alakulása

Vizsgálat éve	Tehén (db)	Borjú (db)	Ellési százalék (%)
2018	106	96	90,56
2019	104	84	80,77

Forrás: NÉBIH ALI rendszer (Saját szerkesztés)

Az istállózott évben, 104 tehénnel kezdtük az évet, 84 borjú született ezen évben. Az ellési százalék 80,77% volt.

Kijelenthető, hogy két tartásmód között ellési százalékot tekintve jelentős, 10%-os eltérést tapasztalunk, az istállózott tartásmód kárára. Ez kivétítve a teljes létszámról, 10 borjú hiányát jelenti évente az elmaradt legeltetés hiánya.

Az eltérés magyarázatát adhatja a legelőn elfogyasztott friss legelőfü jelentős karotin-tartalma és az istállózott tartás során etetett egyéb takarmány karotin-tartalma között meglévő különbség. (A takarmánynövények béta-karotin-tartalmát a fajta, az időjárási adottságok, a fenofázisok is befolyásolják.) Ez a megfigyelés alátámasztja azon megállapításokat, amelyek az állatok béta-karotin-ellátottságának – az A-vitamin biológiai hatásától függetlenül – a szarvasmarhák szaporodásbiológiai folyamataira gyakorolt hatását elemzik (Schmidt – Zsédely (2011); Béri (2011); Brydl (2004)). A tehenek esetében a karotin nemcsak mint az A-vitamin provitaminja fontos, hanem van önálló funkciója is: a sárgatest progeszteron termelése β -karotin hiányában gátolt. Ennek következménye elhúzódó csendes ivarzás és cikluszavar. A természetesen tartás és takarmányozás (legeltetés) körülményei között tavasztól őszig a tehenek bőséges és folyamatos béta-karotin-ellátásban részesültek. Brydl (2004) azt is megemlíti, hogy a tenyésztésben béta-karotin-hiány hatására az ivarzási tünetek elhúzódóak, késedelmes az ovuláció, nagyobb gyakoriságú a petefészek-ciszta képződése, és csökken a fogamzási arány. A béta-karotinnal jól ellátott állatok esetén – szemben a hiányt mutatókkal – a sárgatest mérete, valamint a vérszérum és a tej progeszteron-tartalma szignifikánsan nagyobb. Ezért igényel odafigyelést a tömegtakarmányok meglévő, természetes béta-karotin-tartalmának a megőrzése, illetve a béta-karotin-hiány kialakulása esetén annak megszüntetése a takarmányok karotintartalmának dúsítása, akár szintetikus béta-karotint tartalmazó készítmények használata révén.

A termékenységi index (TI) kiszámításához a vizsgált gazdaság könyveléséből származó adatokat használtuk. Ugyan a pároztatás szabad, hárem-szerű, a folytatások dátuma vezetve volt. Amennyiben 30 napon belül nem történik visszaivarzás, akkor az adott szarvasmarha megtermékenyítettnek tekinthető. A gazdaság állományában döntő többségben 1, 2, vagy 3 volt az ivarzások száma. A harmadik sikertelen megtermékenyítést mindig állatorvos általi méh vizsgálat követte. Amennyiben valamilyen szaporodó szervi betegség állt fenn, kezelést kapott az állat. Ha negyedjére sem sikerült a megtermékenyítés, akkor kikerült a tenyésztésből.

A 3. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a legeltetett tartásmód mellett a termékenységi index értéke 2,33 volt. Ez átlagos értéknek tekinthető. Ezen tartásmódban az ivarzó tehenet könnyen megtalálja a bika, általában ugrálják társaikat, a legelés helyett a bika figyel, bóg.

3. táblázat. A termékenységi index alakulása a vizsgált években

Vizsgálat éve	Termékenységi index
2018	2,33
2019	2,75

Forrás: Saját adatok (Saját szerkesztés)

Istállózott tartásmód mellett romló ivarzási adatokat tudtunk rögzíteni, a termékenységi index ezen évben romlott, értéke 2,75 volt. Így megállapítható, hogy a legeltetett bázisú tartásmód mellett romlott a termékenységi index. Ennek oka egyrészt a már említett azon tény, az állatok béta-karotin-ellátottságának – melyet az elfogyasztott takarmány béta-karotin-tartalma befolyásol - hatása van a szarvasmarhák szaporodásbiológiai folyamataira (béta-karotin-hiány mellett elhúzódnak az ivarzási tünetek, késedelmes az ovuláció, gyakori a

petefészek-ciszta képződése, csökken a fogamzási arány), másrészt oka lehet a kevesebb mozgás, a monodiéta és a visszaivarzások késő észrevétele is.

A termelési mutatók alakulása

A vizsgált időszakokban termelt tej mennyiségét, valamint nyerstej vizsgált beltartalmi paramétereire vonatkozó adatokat az 4. és az 5. táblázat tartalmazza.

Az adatokból leolvasható, hogy a vizsgált gazdaság magyartarka állományának termelési mutatói jobbnak bizonyultak az istállózott körülmények között. Hiába a létszámbeli csökkenés (2018-ban 106 tehén, 2019-ban 104 tehén), a tej mennyisége (1626,26 kg-ról 1739,11 kg-ra) és beltartalma is javult: zsírtartalma átlag 3, 58 g/100 g-ról 3,69 g/100 g-ra, fehérjetartalma 3,35 g/100 g-ról 3,42 g/100 g-ra nőtt.

5. táblázat. A legeltetett tartásmód (2018) alatt termelt tej mennyisége és beltartalmi mutatói

Mintavétel dátuma	Megmintázott tejmennyiség (kg)	Zsír (g/100g)	Fehérje (g/100g)
2018.05.07	1701	3,73	3,56
2018.05.14	1669	3,69	3,42
2018.05.27	1601	3,59	3,31
2018.06.04	1447	3,52	3,26
2018.06.14	1649	3,51	3,23
2018.06.28	1700	3,47	3,28
2018.07.07	1523	3,46	3,31
2018.07.16	1608	3,55	3,35
2018.07.29	1636	3,46	3,29
2018.08.07	1658	3,52	3,32
2018.08.13	1689	3,55	3,31
2018.08.22	1675	3,34	3,32
2018.09.05	1623	3,45	3,32
2018.09.18	1420	3,48	3,32
2018.09.24	1549	3,48	3,34
2018.10.04	1627	3,63	3,44
2018.10.17	1672	3,82	3,46
2018.10.24	1731	3,81	3,42
2018.11.05	1721	3,85	3,45
Átlag	1626,26	3,58	3,35

Forrás: MTKI (Saját szerkesztés)

6. táblázat. Az istállózott tartásmód alatt (2019) termelt tej mennyisége és beltartalmi mutatói

Mintavétel dátuma	Megmintázott tejmennyiség (kg)	Zsír (g/100g)	Fehérje (g/100g)
2019.05.08	1760	3,7	3,37
2018.05.13	1719	3,65	3,29
2019.05.29	1779	3,62	3,35
2019.06.07	1608	3,66	3,33
2019.06.18	1715	3,56	3,29
2019.06.24	1683	3,47	3,32
2019.07.05	1643	3,45	3,27
2019.07.16	1703	3,58	3,35
2019.07.30	1738	3,57	3,43
2019.08.07	1793	3,64	3,49
2019.08.15	1818	3,7	3,39
2019.08.27	1761	3,68	3,39
2019.09.02	1755	3,54	3,48
2019.09.12	1814	3,65	3,36
2019.10.02	1673	3,87	3,55
2019.10.14	1810	3,99	3,57
2019.10.31	1774	3,99	3,57
2019.11.04	1758	3,93	3,62
Átlag	1739,11	3,69	3,42

Forrás: MTKI (saját szerkesztés)

A legeltetett évben a nyári hónapokban a tej zsírtartalma 3,4-3,5 g/100g közé csökkent, a mennyisége is 1400-1500 literre apadt. A tej zsírtartalma 2018. augusztus hónapjának második felében érte el a legalacsonyabb vizsgálati értéket (3,34 g/100g), ekkor a tej mennyisége valamivel 1600 kg felett volt. 2018-ban a legnagyobb tejmennyiségeket (1731 kg), illetve a legmagasabb zsírtartalmat (3,99 g/100g) már a behajtást követően, istállózott körülmények mellett lehetett mérni. A nyári tejmennyiség- és tejminőség-depresszió okát a 2018-as év meleg, száraz időjárásában kell keresni (1. ábra). Legeltetés alatt a gyepterület állapota nagyban befolyásolta a termelési mutatókat.

A meleg, száraz időjárás nem kedvezett az alapvetően mezofil fajokból álló gyeptársulásnak, az értékes, kedvező beltartalommal bíró fűvek gyepterületi aránya ezen időszakban visszaesett. Csökkent – egyéb elsőrendű fű mellett – például a kiváló beltartalmi mutatókkal rendelkező olaszperje gyepterületi aránya, elvesztve ezzel egy értékes gyepterületet: az olaszperje potenciálisan 20 % körüli fehérjetartalomra képes; nyersrost tartalma 24-25 % sz.a., ebből 42-44 % NDF és 27-30 % ADF (Orosz – Kontró, 2009), tehát strukturális szerkezete is optimális; karotintartalma 80-150 mg/kg, ami igen magas. Az értékes gyepterület visszászorulása így ebben az időszakban egyaránt kedvezőtlenül hatott mind a tej minőségére, mind a mennyiségére.

A július, augusztus átlag középhőmérséklete 21,4°C, illetve 23,1°C volt, 15-20 hőszélességgel, amikor a napi középhőmérséklet tartósan meghaladta a 25 °C -ot. A tartósan 25°C fokos vagy annál magasabb fokú meleg hatására a tejelő állományban fellép az úgynevezett hőstressz: az állatok nem tudják leadni a hőt bőrükön keresztül, ezért szájukon keresztül, lihegéssel próbálják lehűteni magukat (Raffai, 2004). A kompenzációs folyamat módosítja a vér pH értékét, ami nyálvesztést, étvágytalanságot okoz (Polsky és Keyserlink, 2017). Az étvágytalanság miatt a tehén visszautasítja a takarmányt (akár 10-20%-át), és ezek együttes hatása csökkenti a tejtermelést, akár 4-8 liter csökkenést is eredményezhet a hőszélesség naponta. A hőstressz a tej minőségére is károsan hat: csökken a tejben található zsír és fehérje mennyisége, a szomatikus sejtszám nő (Pragana et al., 2017). Ez a visszaesett takarmányfogyasztással is magyarázható, melynek következtében nem áll rendelkezésre elegendő rost a normál bendőműködéshez. (Míg a legeltetett 2018-as év augusztusában átlag 1674 kg volt a tej mennyisége, az istállózott 2019-es év augusztusában 117 kg-mal több, 1791 kg. A tejszár mennyisége a forró, száraz augusztusban 2018-ban átlag 3,47 g/100g volt, 2019 augusztusában 3,67 g/100g.)

Istállózott körülmények között, mivel az istálló (a téli) és a nyári hőstressz mértékének csökkentése érdekében szigetelt tetővel rendelkezik, a hőstresszből adódó tejtermelés és – minőség csökkenése elenyésző mértékű volt, gyakorlatilag a magyartarka széles tűréshatárának és a jó tartástechnológiának köszönhetően a hőstressz alig fejtette ki hatását. A beltartalom és tejtermelés ingadozása ebből adódóan sokkal kisebb határok között mozog (tejmennyiség: 1608 – 1818 kg; tejszár: 3,45 – 3,99 g/100g; tejfehérje: 3,27 – 3,62 g/100g).

Következtetések

A legeltetett és istállózott magyartarka szarvasmarha állomány termékenységi és termelési mutatóinak összehasonlító vizsgálata alapján a következő megállapítások tehetők arra vonatkozólag, hogy a vizsgált fajta hogyan teljesít a különböző tartásmódok között:

Megállapítható, hogy a vizsgált két év termékenységi és termelési mutatóinak háttérben álló okok nagyon összetettek. Szakirodalmi források és a saját megfigyelések alapján kijelenthető, hogy a legeltetett állat termékenysége és termelése a gyepterület növényállományától és annak kondíciójától nagymértékben függ. A gyepterület növényállományát meghatározza és befolyásolja a legelő típusa (telepített gyepterület, ősgyepterület), a talajának adottsága, szerkezete, a legeltetett állatfaj, annak hektáronkénti egyedszáma, azaz a legelő terheltsége. Nem hagyható figyelmen kívül a legeltetett év és az azt megelőző év, vagy évek időjárása, az évszázathatás sem. A vegyes összetételű, kedvező beltartalmi paraméterekkel bíró gyepterület, az állatok legelése, szabad levegőn történő mozgása pozitívan hat a legeltetett állatok kondíciójára, termékenységi mutatóira. Vizsgálataink alapján megállapítható volt, hogy a legeltetett állomány ellési százaléka 10%-kal meghaladta az istállózott körülmények között tartott állomány ellési százalékát.

Legeltetett tartásmód mellett a termékenységi index értéke is jobbnak bizonyult az istállózott tartáshoz képest. Ugyanakkor a legeltetett állomány termelési mutatóit elemezve megállapítható volt, hogy azok az istállózott körülmények között bizonyultak jobbnak. A legeltetett év száraz, forró nyara nemcsak termés-depressziót okozott, de a nagy meleg hatására hőstressz lépett fel az állományban, negatívan befolyásolva a tej mennyiségét, csökkentőleg hatva annak zsír- és fehérjetartalmára.

Az istállózott tartásmód a legeltetéstől valamivel egyszerűbb, azt kevesebb tényező befolyásolja. Nagyon fontos a jó tartástechnológia és a kiváló takarmányozás. Külső tényezők között itt is megemlíthető az időjárás is mint befolyásoló tényező, de a mai technológiák alkalmazása esetén ennek az eredményeket rontó hatása nagymértékben csökkenthető. Istállózott körülmények között az állatállomány termékenységi és termelési mutatóinak alakulásában napjainkban leginkább az előállított takarmányok minőségének van meghatározó szerepe. A nagy állatlétszámú telepek létrejöttével a legeltetés, az állatok legelőn való mozgása, az elfogyasztott friss legelőfü mennyisége és minősége, ezek kedvező élettani hatásai azonban a háttérbe szorulnak. Az eredmények azt mutatták, hogy istállózott körülmények között mind az ellési százalék, mind a termékenységi index alatta maradt a legeltetett állománynál tapasztalt értéknek. Ezek értékének alakulására pozitívan hat az elfogyasztott takarmány béta-karotin tartalma; istállózott körülmények között az állatok az elfogyasztott takarmánnyal azonban kevesebb béta-karotint tudnak szervezetükbe bevinni, mint a legelő állatok a legelt friss fűvel. Istállózott körülmények között ugyanakkor a termelési mutatók jobbnak bizonyultak a legeltetési tartáshoz képest. A legeltetett állományhoz képest létszámbeli csökkenés (2018-ban 106 tehén, 2019-ban 104 tehén) ellenére nőtt a tej mennyisége, javult a zsír- és fehérjetartalma, az állatok egyenletes mennyiségű és minőségű tejet adtak.

Meg kell azonban említeni, hogy a legeltetési évet követő istállózott körülmények között történő tartás során megszorult az állományon elvégzett állategészségügyi beavatkozások száma. Az állatok több esetben szorultak állatorvosi beavatkozásra: visszamaradó magzatburok eltávolítás, petefészek ciszta eltávolítás, hormonkezelések a vemhesülés miatt, ellési bénulás kezelése, csontlágylás kezelése. Ezek magyarázata a következő: míg a legelés során a legelő állat az elfogyasztott friss fűnek és a napfénynek köszönhetően bőséges és folyamatos béta-karotin, valamint D-vitamin ellátásban részesül, istállózott körülmények között, amikor egyébként is megnő a tejelő tehén béta-karotin-szükséglete, a tárolási idő előrehaladtával a tömegtakarmányok meglévő béta-karotin-tartalmának csökkenése miatt az állatok kevesebb béta-karotinhoz jutnak. (Ezért igényel odafigyelést a tömegtakarmányok meglévő, természetes béta-karotin-tartalmának a megőrzése, illetve a béta-karotin-hiány kialakulása esetén annak megszüntetése a takarmányok karotintartalmának dúsítása, akár szintetikus béta-karotint tartalmazó készítmények használata révén.) Istállózott körülmények között elmarad a napfény ultraibolya sugarainak D₃-vitamin képződésére gyakorolt kedvező hatása is, mely magyarázatot ad az istállózott állatoknál megfigyelhető D-vitamin-hiányból adódó tünetekre (ellési bénulás, csontlágylás).

A vizsgált családi gazdaság is megtapasztalta az ágazatot érintő munkaerőhiány problémáját, mely következtében a legeltetési gyephasznosításról átállt az egész éves istállózott tartásmódra. A munkaerőhiányt feloldandó egyre több hazai állattartó telepen alkalmaznak robotokat (fejő robot, etető robot), a legeltetés pedig közben hozzáértő szakemberhiány miatt lassan kivitelezhetetlenné válik. A legeltetés háttérbe szorulásához hozzájárul az is, hogy az egyre aszályosabb évekből adódóan egyre inkább szükségszerűvé válik a gyepek öntözése, melynek technológiai kialakítása és megvalósítása nagy anyagi terhet ró a gazdákra.

A fentiekből levont következtetések alapján véleményünk szerint a következő javaslat tehető: amennyiben lehetséges, egy, a mostanától jelentősen nagyobb területű, a mai időjárási viszonyokat jól tűrő, öntözhető legelő telepítése és a két tartásmód összefonása lenne a magyartarka számára a legelőnyösebb tartásmód.

Összefoglalás

A magyartarkát már őseink is tenyésztették és alkalmazták mezőgazdasági munkára, igás állatként. Mára a mezőgazdaság gépesítése miatt az igavonó szerepe megszűnt, ugyanakkor kiváló kettős hasznosítású fajtává nőtte ki magát.

Vizsgálatunk célja eltérő tartási körülmények (legeltetett, istállózott állomány) között tartott magyartarka állomány termékenységi és termelési mutatóinak összehasonlító elemzése volt.

A 2018-as évben a vizsgált családi gazdaság állományának a kedvező hidrológiai adottságú, mezofil fajokban gazdag, elsőrendű füvek dominanciájával jellemezhető vegyes összetételű gyepterületen, legeltetési tartási rendszerben a frissen elfogyasztott zöld fű jelentette a takarmánybázisát. 2019-ben ugyanez a tejelő állatállomány istállózott tartási körülmények lucerna szénázsból, kukorica szilázsból, tejelőtápból, lucerna szénából, valamint réti szénából álló takarmánymixet kapott takarmányként.

A vizsgálatok során elemzésre került az állatállomány ellési százalékanak és termékenységi indexének alakulása a két eltérő tartási mód között. Megállapítható volt, hogy a legeltetett állomány ellési százaléka 10%-kal meghaladta az istállózott körülmények között tartott állomány ellési százalékat, legeltetett tartásmód mellett a termékenységi index értéke is jobbnak bizonyult az istállózott tartáshoz képest – a frissen legelt zöld fű optimális béta-karotin tartalma kedvezően hathatott az állatok ivarzására.

Összehasonlításra került a termelési mutatók alakulása mindkét tartásmód mellett. Megállapítható, hogy istállózott körülmények között a termelési mutatók jobbak, a legeltetett állományhoz képest istállózott körülmények között javult mind a tej mennyisége, mind pedig a tej zsír- és fehérjetartalma, az állatok ezen paraméterek tekintetében kiegyenlítettebb teljesítményt nyújtottak.

Ugyanakkor a legeltetési évet követő istállózott körülmények között történő tartás során nőtt az állományon elvégzett állategészségügyi beavatkozások (visszamaradó magzatburok eltávolítás, petefészek ciszta eltávolítás, hormonkezelések a vemhesülés miatt, ellési bénulás kezelése, csontlágylás kezelése) száma. Ez jelzésértékű: hiányoztak a legelőn való tartásból származó előnyök (szabad mozgás, napsugárzás, frissen fogyasztott legelőfű béta-karotin tartalma), a tartósított takarmányok valószínűsíthetőleg nem tartalmazták optimális mennyiségben a szükséges béta-karotint, a bezártságból adódóan a napfény D₃-vitamin képződésére gyakorolt pozitív hatása is elmaradt.

A vizsgálat végeredményének ismeretében elmondható, hogy a vizsgált állományban lévő magyartarka üszök és tehenek számára a legideálisabb tartásmód a régi, hagyományos legeltetett tartásmód lehetne, kiegészítve a mai modern takarmányozási istállózási rendszerekkel. Így ugyanis megőrizhető a tehenek jó egészségügyi állapota, emellett a legeltetés idején, a nyáron jelentkező hőstresszes időszak a jó tartáskörülmény és a percíz kiegészítő takarmányozás mellett kisebb veszteséggel átvészeltető.

Kulcsszavak: magyartarka, legeltetés, istállózott tartás, termékenységi mutatók, termelési mutatók

Irodalom

- Aleya, A. – Mihok, E. – Pecsenye, B. – Jolji, M. – Kertész, A. – Bárony, P. – Vigh, S. – Cziaky, Z. – Máthé, A.-B. – Burtescu, R.F. – et al.: Phytoconstituent Profiles Associated with Relevant Antioxidant Potential and Variable Nutritive Effects of the Olive, Sweet Almond, and Black Mulberry Gemmotherapy Extracts. *Antioxidants* 2023, 12, 1717. <https://doi.org/10.3390/antiox12091717>
- Barcsák Z. – Kertész I.: 1989. Gyepgazdálkodás. Egyetemi jegyzet, GATE-kiadvány, Gödöllő. 1989, pp 1-317.
- Bedő S. – Füller I. – Holló G. – Húth B. – Mészáros GY. – Polgár J. P. – Stefler J. – Vágó B.: 2014. A magyartarka tenyésztése. https://www.magyartarka.hu/tartalom/fajta/2014/magyartarka_tenyesztese_teljes_web.pdf
- Béri B.: 1989. A legeltetés hatása tejhasznosítású tehenek termelési mutatóira. Tormay B. Tud. Ülés, Debrecen, 1989, pp 89-98.
- Béri B.: 2011. Tartástechnológia. A gazdasági állatok legeltetése (10. fejezet), https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_15_Tartastechnologia/ch10.html
- Brydl E.: 2004. A szarvasmarha vitamin-ellátásának fontosabb kérdései. *Takarmányozás*. 2004, 4, p 105.

- Burtis, G.Y. – Phillips, C.J.C.: 1987. The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on intake and feeding behavior of cattle. *Grass and Forage Sci.*, 1987, 42, pp 259-264.
- Czeglédi L. – Béri B. – Mihók S.: 2002. Szarvasmarha-legeltetés hatása a szikes talajra. EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság. Debrecen. 2002, pp 170-175.
- Clark, J. – Kat, C. – Sanhirasegaram, K.: 1974. The dry-matter production, botanical composition, in vitro digestibility and protein percentage of pasture layers. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 1974, 29, pp 179-184.
- Dent, J.W. – Aldrich, D.T.A.: 1968. Systematic testing of quality in grass varieties. 2. Effect of cutting date, season and environment. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 1968, 23, pp 13-19.
- Egri E. – Holló I. – Húth B. – Holló G. (2012): Tejtermelési adatok vizsgálata egy hazai magyartarka tenyészetben. www.napok.georgikon.hu
- Fébel H. – Várhegyi J.: 2007. A tejszír zsírsav-összetételének módosítása: lehetőségek, korlátok, táplálkozás-élettani szempontok. 326. Tudományos Kollokvium. Az MTA Élelmiszertudományi Komplex Bizottsága a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet és a Magyar Élelmészeti Tudományos Egyesület közös rendezésében. 2007. április 27.
- Forgó I.: 2009. Gyepgazdálkodás. (főiskolai jegyzet) Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza.
- Forgó I.: 2018. A gyepterületek szerepe a legeltetési állattartásban. Östermelő. <http://ostermelo.com/a-gyepteruletek-szerepe-a-legeltetesi-allattartasban>
- Gibb, M.J. – Huckle, C.A. – Nuthall, R. – Rook, A.J.: 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behavior by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Sci.*, 1997, 52, pp 309-321.
- Gundel J.: 2006. Takarmányozás és élelmiszerminőség. Állattenyésztés és Takarmányozás, Különszám. 2006, 55, pp 5-14.
- Kakuk T. – Schmidt J.: 1991. Takarmányozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Kiss T.: 2012. Eltérő mezőgazdasági hasznosítású alföldi gyepek cönológiai, gyepgazdálkodási és természetvédelmi célú vizsgálata és értékelése PhD dolgozat (kézirat).
- Komlósi I. – Húth B.: 2010. A magyar tarka fajta tejtermelési perzisztenciájának értékelése, Állattenyésztés és Takarmányozás, 2010, 59(1), pp 1-10.
- Mihók S.: 2005. Az állattenyésztés és a gyepgazdálkodás kapcsolata. In: JÁVOR A. (szerk): Gyep-állatvidék-kutatás-tudomány. DE Debrecen, 2005, pp 55-62.
- Miesenberger, J. – Fuerst, C.: 2006. Experiences in selecting on a total merit index in the austrian fleckvieh breed. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2006, 22(1-2), pp 17-27.
- Póti P.- Pajor F.- Lácó E.: 2007. Sustainable grazing in small ruminants. *Cereal Research Communication*, 2007, 35 (2), pp 945–948.
- Pragna, P. – Archana, P. R. – Aleena, J. – Sejian, V. – Krishnan, G. – Bagath, M. – Marianna, A. – Beena, A. V. – Kurien, E. K. – Varma, G. – Bhatta, R.: 2017. Heat Stress and Dairy Cow: Impact on Both Milk Yield and Composition. *International Journal of Dairy Science*, 2017, 12, pp 1–11.
- Precht, D. – Molkenbier, J.: 2000. Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid content in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*. 2000, 55, pp 687-691.p
- Polsky, L. – Keyserlingk, M.A.G.: 2017. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 2017, 100, pp 8645–8657.
- Raffai, P.: 2004. Állathigiéniá és állomány-egészségtan. Budapest, Agroinform Kiadó, 2004, pp 124-125.
- Orosz Sz. – Kontró J.: 2009. Az olaszperje növénytermesztési vonatkozásai. *Holstein Magazin*, 2009, 17:2, pp 28-33.
- Schmidt J.: 2003. A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Schmidt J. – ZSÉDELY E.: 2011. Kérődző állatok takarmányozása. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059_kerodzo_allatok_takarmanyozasa/ch04s04.html
- Varga-Visi É. – Csapó J.: 2003. Increase of conjugated linoleic acid content of dairy food by feeding. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2003, 68, pp 293-296.
- Viszket E. – Zsédely E. – Tanai A. – Varga L. – Tóth T.: 2010. Az évszak hatása a tehéntej zsírsavösszetételére. *Tejgazdaság*, 2010, 70, pp15-21.
- Viszket E. – Csavajda É. – Varga L. – Tanai A. – Tóth T.: 2011. Adatok a Nyugat-magyarországi nyers tejminták zsírsav-összetételére vonatkozóan. *Acta Agr. Kaposváriensis*, 2011, 15, pp 11-21.
- Dinya Z. - Uhrin H. N. – Szathmáry M.- Tarek M. E. M.: 2009. The roles of fruits in helath protection, *Integrated Systems for Agri-Food Production 2009* Nyíregyháza, pp. 21-25.
- Fang, N. - Yu, S. - Prior, R. L.: 2002. LC/MS/MS Characterization of Phenolic Constituents in Dried Plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50 (12), pp 3579–3585.
- Grinder-Pedersen, L. - Rasmussen, S. - Bügel, S.- Jørgensen, L. V. - Dragsted, L. O.- Gundersen, V.- Sandström, B.: 2003. Effect of Diets Based on Foods from Conventional versus Organic Production on Intake and Excretion of Flavonoids and Markers of Antioxidative Defense in Humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51 (19), pp 5671–5676.
- Nagy J.: 2000. A talajművelés és a műtrágyázás hatása a kukorica (Zeamays L.) termésére aszályos és kedvező évjáratokban. [In:Nagy J., Pepó P. (szerk.) Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. III.]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen, 97–119.
- Pepó P. – Zsombik L. – Borbélyné H. É. – Kutasy E.: 2002. Az integrált növényvédelem szerepe az őszi búzatermesztésben. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban. (Növénytermesztés) DE ATC és SZIE közös konferencia Debrecen, 2002. április 11-12. 5-14.

COMPARATIVE ANALYSIS OF REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN GRAZING AND STALL-FED HUNGARIAN SIMMENTAL CATTLE

Csilla Tóth, Attila Juhász

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400

Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

toth.csilla@nye.hu, attilaj15@gmail.com

Summary

The Hungarian Simmental has been bred and utilized by our ancestors for centuries, originally serving as a dual-purpose breed used both for milk and draught purposes in agricultural work. With the mechanization of agriculture, its role as a draught animal has disappeared; however, the breed has developed into an excellent dual-purpose type, combining good milk and meat production traits.

The present study aimed to compare the reproductive and productive performance of Hungarian Simmental cows kept under two different management systems: grazing and stall-feeding. During 2018, the herd was maintained on a Natura 2000 grassland with favorable hydrological conditions and a mixed plant composition dominated by mesophilic species and first-class grasses. Under this grazing management system, freshly grazed green forage constituted the main feed base. In 2019, the same dairy herd was kept indoors under stall-feeding conditions and received a feed mixture consisting of alfalfa silage, maize silage, dairy concentrate, alfalfa hay, and meadow hay. Reproductive indicators such as the calving rate and fertility index were analyzed and compared between the two management systems. It was found that the calving rate of the grazing herd exceeded that of the stall-fed herd by approximately 10%. Similarly, the fertility index was more favorable under grazing conditions, which could be attributed to the optimal β -carotene content of freshly grazed green forage, positively influencing estrus and reproductive activity. Production traits were also compared across both systems. The results revealed that milk yield and milk composition (fat and protein content) were higher under stall-feeding conditions, and cows showed more consistent performance for these parameters.

However, the number of veterinary interventions (e.g., removal of retained fetal membranes, ovarian cyst treatments, hormone treatments to induce conception, treatments of milk fever and rickets) increased markedly during the indoor-feeding period following the grazing season. This indicates that the benefits associated with grazing – such as free movement, exposure to sunlight, and the high β -carotene content of fresh pasture – were lacking under stall conditions. The conserved forages likely contained suboptimal levels of β -carotene, and limited sunlight exposure reduced natural vitamin D₃ synthesis.

Based on the overall findings, it can be concluded that the traditional grazing system, complemented with modern feeding and housing technologies, would represent the most suitable management strategy for Hungarian Simmental heifers and cows. Such an integrated approach would preserve good animal health, enhance welfare, and mitigate the adverse effects of summer heat stress when combined with precise supplementary feeding.

Keywords

Hungarian Simmental, pasture-based system, stall-fed system, reproductive parameters, production traits

AZ ŐSZI BÚZA TERMESZTÉSÉNEK GAZDASÁGI KÉRDÉSEI A 2024-ES ÉV ALAPJÁN

TÓTH József Barnabás¹ – PÁSZTOR Norbert²

¹ Nyíregyházi Egyetem, Nyíregyháza Sóstói út 31/B, toth.jozsef@nye.hu

² Hallgató, Nyíregyházi Egyetem Nyíregyháza Sóstói út 31/B, pasztynorbi@gmail.com

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.30>

Bevezetés

2020 és 2024 közötti időszakban a globális és hazai gabonapiac jelentős változásokon ment keresztül, amelyeket különböző geopolitikai események, időjárási viszonyok és gazdasági folyamatok befolyásoltak.

A Nemzetközi Gabonatanács (IGC) adatai szerint a globális búzatermés a 2024/2025-ös gazdasági évben elérte a 798 millió tonnát, ami 3 millió tonnával haladta meg az előző szezon termelését. A felhasználás 804 millió tonnára nőtt, míg a zárókészletek 266 millió tonnára csökkentek, ami végső soron 2%-os globális visszaesést jelent (PÁSZTOR, 2024).

Az Európai Unióban a 2024/2025-ös szezonra vonatkozóan 120,2 millió tonnás búzatermést prognosztizáltak, ami 4%-kal marad el az előző évi termeléstől, és a legalacsonyabb szint 2020/2021 óta. Azonban az Európai bizottság megemelte készleteinek kilátásait az 2024-es szezonból várhatóan megmaradó mennyiségre, azaz a 2024/25-ös gazdálkodási szezon végére az uniós búza-készletekre vonatkozó előrejelzését a 2024 november havi 12,2 millió tonnáról 13,5 millió tonnára emelte, az idei szezonra vonatkozó magasabb készletek miatt (AKI). (internet-1). Magyarországon az Agrárgazdasági Kutatóintézet adatai szerint 2024-ben közel 5 millió tonna búza termelt, 5,8 tonna/hektár átlaghozammal. Az étkezési búza termelői ára 2024 októberében 78 430 Ft/tonna volt, ami 21%-os növekedést jelentett az előző év azonos időszakához képest (interenet-2).

Ezekkel a gabonapiaci folyamatokkal párhuzamosan az inputanyag árak is hasonló hullámzáson mentek keresztül.

2020–2022 között a műtrágyaárak fokozatos emelkedést mutattak, amelyet a nyersanyagok és az energia árának növekedése, valamint a globális kereslet élénkülése okozott. 2023-ban már viszont a műtrágyaárak jelentős csökkenést mutattak. Az AKI adatai szerint például a műtrágyák átlagos ára több mint 36%-kal esett vissza 2023-ban az előző évhez képest. Például a karbamid tonnánkénti ára 346 ezer forintról 241 ezer forintra csökkent, míg a mészzammon-salétromé 255 ezerről 164 ezer forintra mérséklődött (CSOLTAI, 2023). 2024-ben a műtrágyaárak tovább csökkentek. Az AKI jelentése szerint a műtrágyaárak átlagosan 36,9%-kal voltak alacsonyabbak 2024 első hat hónapjában az előző év azonos időszakához képest. Például egy tonna Nitrosol 30% műtrágya átlagos ára 123 ezer forint, az ammónium-nitráté 146 ezer forint, míg a karbamidé 177 ezer forint volt a vizsgált időszakban (CSOLTAI, 2024.)

Ugyanebben a vizsgált időszakban a növényvédőszer árak és mezőgazdasági gépi munka költségek is folyamatos növekedést mutattak, ami egyes termékek esetében ár duplázódást is jelenthetett (MEDINÁNÉ, 2023).

Mindezek fényében minden eddiginél fontosabb, hogy ökonómiai szempontból elemezzük az egyes mezőgazdasági termékek előállításának költségét és jövedelmezőségi viszonyait.

Tanulmányunkban azt a fő kutatási célt tűztük ki, hogy az Agrárgazdasági Kutatóintézet (AKI) inputanyag árait felhasználva egy mikro mezőgazdasági vállalkozás gépi költségeinek példáján megvizsgáljuk egy hektárra vetítve az őszi búza termesztésének termelési költségeit a 2024-es év vonatkozásában és több scenáriót elemezve meghatározzuk annak jövedelmezőségi viszonyait. Mindehhez rész célként megvizsgáltuk az orosz-ukrán konfliktus okozta termény ár és inputanyag költségek változását és az arra leginkább ható tényezőket.

Anyag és módszer

Ráfordítások és termelési költség meghatározására használt anyagok és módszerek

- Az őszi búza termesztés termelési költségeinek meghatározásához (1. táblázat) az AKI 2024 évi input és - hiteles szakirodalmi források hiányában - egy 50 hektár alatti üzemméretű mezőgazdasági vállalkozás gépköltség adatait használtuk fel, hiszen a hazai agrár vállalkozások túlnyomó többsége (>50%) ebbe az üzemméret kategóriába tartozik.
- Az árak nem tartalmazzák az ÁFÁ-t, tehát nettó áron történtek a kalkulációk.
- A termőterületek saját birtokot feltételeznek, azaz nincs földbérleti díj, mint extra költségtétel. Ezért a kalkulációk során használandó költséget számoltunk az átlagos földbérleti díjakkal és az inputanyagok 6%-os kamaton történő hozam elvárásával. A kalkulált összeg kerekítést követően 140 eFt/ha.
- A vizsgált gazdaság 1. táblázatban látható termesztéstechnológiáját vizsgáltuk.

1. táblázat: A vizsgált búzatermesztési technológia és költségei

TECHNOLÓGIAI MŰVELETI LAP						
Időpont (hó/ dekád)	Művelet	Ráfordítás típusa	Ráfordítás (1 hektárra)		Egységár (Ft/M.e.)	Költség (Ft/ha)
			Mennyiség	M.e.	Érték	
X-XI	Műtrágyarakodás, -feltöltés	gépi munka	0,05	óra	15 000,0	750,0
X-XI	Műtrágyaszállítás	gépi munka	0,15	óra	15 000,0	2 250,0
X-XI	Műtrágyaszórás-alaptrágyázás I.	gépi munka	1	alk.	4 000,0	4 000,0
	Komplex műtrágya (7-21-21)	anyag	250	kg	219,7	54 925,0
X-XI	Magágykészítés (rövidtárcsával)	gépi munka	1	alk.	13 000,0	13 000,0
IV/2-3/V-1	Vetőmagrakodás, -feltöltés	gépi munka	0,05	óra	15 000,0	750,0
IV/2-3/V-1	Vetőmagszállítás	gépi munka	0,15	óra	15 000,0	2 250,0
IV/2-3/V-1	Vetés	gépi munka	1	alk.	11 000,0	11 000,0
	Vetőmag (Cellule)	anyag	270	kg	165,0	44 550,0
III/2-3.	Műtrágyarakodás, -feltöltés	gépi munka	0,05	óra	15 000,0	750,0
III/2-3.	Műtrágyaszállítás	gépi munka	0,15	óra	15 000,0	2 250,0
III/2-3.	Műtrágyaszórás-alaptrágyázás II.	gépi munka	1	alk.	4 000,0	4 000,0
	Pétisó (27%)	anyag	250	kg	163,9	40 975,0
III/2-3.	Műtrágyarakodás, -feltöltés	gépi munka	0,05	óra	15 000,0	750,0
III/2-3.	Műtrágyaszállítás	gépi munka	0,15	óra	15 000,0	2 250,0
III/2-3.	Műtrágyaszórás-alaptrágyázás III.	gépi munka	1	alk.	4 000,0	4 000,0
	Pétisó (27%)	anyag	250	kg	163,9	40 975,0
	Bokrosító hengerezés	gépi munka	1	alk.	8 000,0	8 000,0
IV/2-3/V-1	I. Permetezés (herbicidek, fungicidek, inszekticidek, lombtrágya)	gépi munka	1	alk.	8 000,0	8 000,0
	Colombus EC	anyag	1,20	egység	11 870,0	14 244,0
	Falcon Pro	anyag	1,00	l	15 775,0	15 775,0
	Decis Mega	anyag	0,20	l	13 880,0	2 776,0
	Dell Agro Plus	anyag	4,00	l	2 400,0	9 600,0
IV/2-3/V-1	II. Permetezés (fungicidek, inszekticidek, lombtrágya)	gépi munka	1	alk.	8 000,0	8 000,0
	Falcon Pro	anyag	1,20	l	15 775,0	18 930,0
	Decis Mega	anyag	0,20	l	13 880,0	2 776,0
	Natural Force	anyag	4,00	l	1 900,0	7 600,0
IX-XI	Kombájnolás	gépi munka	1,00	alk.	40 000,0	40 000,0
IX-XI	Terményszállítás kombájnortól	gépi munka	7,20	t.km	2 000,0	14 400,0
IX-XI	Tárolóhántás nehéz tárcsával	gépi munka	1	alk.	13 000,0	13 000,0
V-VII	Termény ki/be tárolása	gép-és épület	7,20	t	320,0	2 304,0
	Használati költség	egyéb közv.	1	ha	140 000,0	140 000,0
	Közvetlen biztosítási költség ("C" típusú tűz, jég, vihar)	egyéb közv.	1	ha	7 854,0	7 854,0
ÖSSZESEN:						542 684

Forrás: MEDINÁNÉ, 2023; CSOLTAI, 2024; AKI, 2024 alapján saját kalkuláció

Bevételek és termelési érték meghatározására alkalmazott anyagok és módszerek

- A vizsgált gazdaság őszi búza hozama üzemi szinten 7,2 tonna/ha volt, így elsősorban ezt vettük figyelembe a számítások során.
- Az őszi búza értékesítési ára az Agrárgazdasági Kutató Intézet, Piaci Árinformációs Rendszere a pair.aki.gov.hu (internet-3) és a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) (internet 4.) adatait figyelembe véve került meghatározásra 2024 évi átlag árat számolva (77.018 Ft/t).
- A közvetlen támogatások meghatározásánál nem vettük számításba a fiatal mezőgazdasági termelők támogatását (20.066 Ft/ha) és az Agrár Környezetgazdálkodási (AKG) támogatást sem, hiszen mindkettő specifikus és gazdaságonként és vállalásonként eltérő mértékű lehet.

- A búzaszalma, mint mezőgazdasági melléktermék nem került értékesítésre, az a talajba bedolgozásra került a betakarítást követően.

Mindezek fényében a termelési érték a következőképpen alakult (2. táblázat):

2. táblázat: A vizsgált vállalkozás őszi búza ágazatának termelési értéke 2024-ben

A gazdálkodás eredménye és hatékonysága			
Megnevezés	M.e.	Érték	Érték (Ft/t)
Terméshozam - főtermék	t/ha	7,20	
- melléktermék	t/ha	0,00	
Értékesítési ár - főtermék	Ft/t	77 018,00	
- melléktermék	Ft/t	0,00	
Árbevétel - főtermék	Ft/ha	554 529,6	77 018,0
- melléktermék	Ft/ha	0,0	0,0
ÁRBEVÉTEL ÖSSZESEN	Ft/ha	554 529,6	77 018,0
Közvetlen támogatás összesen	Ft/ha	87 933,0	12 212,9
TERMELÉSI ÉRTÉK	Ft/ha	642 462,6	89 230,9

forrás: pair.aki.gov.hu és saját kutatások alapján, saját eredmény

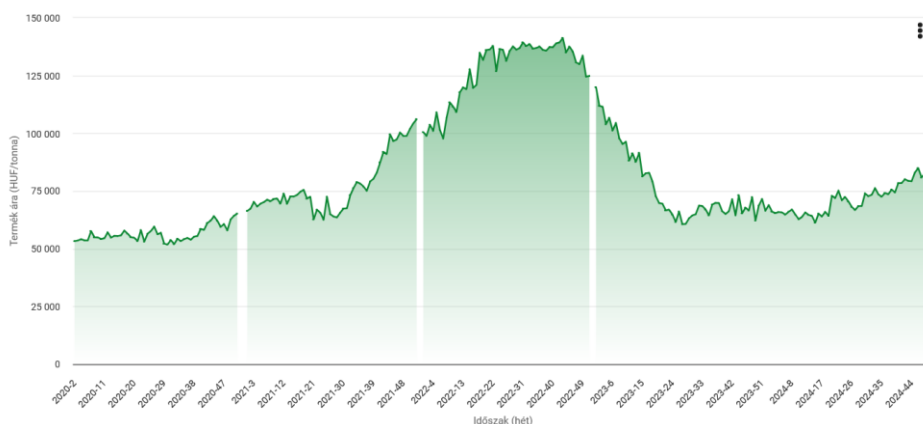
A Szenárió elemzések vizsgálati módszerei

A Szenárió elemzések során elsősorban a piaci árváltozásokat vettük figyelembe, azaz hogyan hatnak a piaci kilengések a vizsgált gazdaság jövedelmezőségére.

Megvizsgáltuk azt is, hogy a 2024 júniusi felvásárlási árak mellett, hogyan alakul a vizsgált üzem őszi búza ágazatának fedezeti pontja, azaz hány tonna/hektár hozam lett volna szükséges ahhoz, hogy megtérüljenek a búzatermesztés során felmerülő költségek.

Eredmények és értékelésük

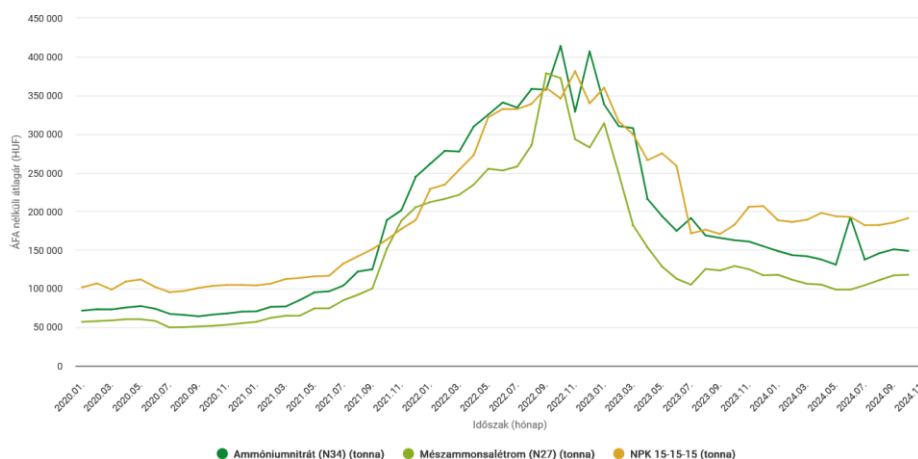
A COVID-19, majd az orosz-ukrán konfliktus 2022. február 24.-i kirobbanása alapjaiban rengette meg a gabonapiacot (1. ábra). A két ország közötti feszültség 2014 óta fokozódott, de az orosz csapatösszevonások hírére 2021 szeptemberétől fokozatosan növekvő termény ár tendencia volt tapasztalható a hazai gabonapiacon. Az igazán dinamikus ár növekedés azonban 2022 februárjától vette kezdetét, ekkor ugyanis 99.400 Ft/tonnáról mintegy 8 hónap alatt 141.275 Ft/tonnára nőtt a búza ára.



1. ábra: A búza árának havi alakulása 2020 január és 2024 december között
(forrás: pair.aki.gov.hu rendszerből történő lekérdezés)

2022 decemberére hazánkban azonban, Magyarország sajátos földrajzi helyzetének köszönhetően, megkezdődött a piaci katasztrófa, ami az országba irányuló Ukrajnából tengeri úton távozni képtelen gabona megjelenésének tudható be. A piacon megjelenő extra mennyiséggel szemben Magyarország védtelen volt, hiszen tengeri kikötő híján az árutovábbítás lelassult és az export korlátozások sem kedveztek az átszállítási folyamatnak. Tehát a piaci pánik hatására elszabaduló gabona árak és a beáramló dömping áru eredményeként néhány hét leforgása alatt tele lettek a hazai terményraktárak, ami a gabona árak zuhanását eredményezte mintegy harmadukra (60.615 Ft/t).

A terményárakhoz hasonlóan nagy mértékben drágult a műtrágya is (2. ábra), 2022-re átlagosan 156%-kal nőtt az ár 2020-hoz képest, az előállítási folyamathoz szükséges földgáz árának drasztikus emelkedése hatására. A MAS (27%) 414.000 Ft/tonnára növekedett 2022 augusztusára. A gabona árakhoz hasonlóan azonban itt is jelentős árcsökkenés ment végbe, ugyanis 2023-ra 105.000 Ft/tonnára (negyedére) mérséklődött az ár.



2. ábra: A műtrágya árának alakulása 2020 január és 2024 december között
(forrás: pair.aki.gov.hu rendszerből történő lekérdezés)

Ahogy a 1. és 2. ábra is tükrözik a konfliktus fokozódó hatására és az EU által bevezetett szankcióknak köszönhetően szinte azonos pályán mozogtak a műtrágya és termény árak. 2023 januárjától, a konfliktus általánossá válásával, a gáz és ezzel a műtrágya piac megnyugvásával, valamint az Ukrajnából Európába irányuló gabona importtal az árak szakadni kezdtek.

A szántóföldi növénytermesztés sajátossága, hogy a termelési költségek nem képesek párhuzamosan lekövetni a piaci árak változásait. Azaz a 2022 októberében elvetett és a 2022 októberére és 2023 májusa között realizált költségek megtérülése leghamarabb csak 2023 júliusában várható. Azaz a mezőgazdasági szektor képtelen a termelési folyamatba menetközben beavatkozni, vagy akár megállítani azt.

Ennek köszönhetően könnyen alakulhatott ki olyan helyzet, hogy az őszi búza termelési költségének 45,87%-át kitevő műtrágyát a 2022 októberi árszinten (N: 380.000 Ft/t, NPK 270.000 Ft/t) került megvásárlásra, amit csak 2023 júniusában használtak fel, amikor egyébként MAS (27%) 125.000 Ft/t az NPK pedig 200.000 Ft/t volt –, azonban a megtermelt terményt már csak 2023 júniusi áron 66.860 Ft/t tudták értékesíteni, szemben a 2022 októberi 138.200 Ft/t árral. Ez azt jelenti, hogy a búza termelési időszakában a műtrágya ára N esetén 304%-kal, NPK esetén 35%-kal változott, azonban a megtermelt búza ára felére (48,38%-ra) csökkent. Mindezek az előre nem látható és a termelés során vissza nem fordítható, meg nem állítható folyamatok vezettek oda, hogy sok vállalkozás esetében az őszi búza ágazatának jövedelmezősége 2023-ban veszteségesen alakult.

2024-re azonban megnyugodni látszott a gabonapiac, ezért jövedelmező gazdálkodási eredményekkel számolhattunk (3. táblázat).

3. táblázat: Az őszi búza termesztési ágazatának jövedelmezősége vizsgálataink alapján

A gazdálkodás eredménye és hatékonysága			
Megnevezés	M.e.	Érték	Érték (Ft/t)
Terméshozam - főtermék	t/ha	7,20	
- melléktermék	t/ha	0,00	
Értékesítési ár - főtermék	Ft/t	77 018,00	
- melléktermék	Ft/t	0,00	
Árbevétel - főtermék	Ft/ha	554 529,6	77 018,0
- melléktermék	Ft/ha	0,0	0,0
ÁRBEVÉTEL ÖSSZESEN	Ft/ha	554 529,6	77 018,0
Közvetlen támogatás összesen	Ft/ha	87 933,0	12 212,9
TERMELÉSI ÉRTÉK	Ft/ha	642 462,6	89 230,9
Összes közvetlen költség	Ft/ha	542 684,0	75 372,8
FEDEZETI ÖSSZEG	Ft/ha	11 845,6	1 645,2
Általános költség	Ft/ha	54 268,4	7 537,3
Összes termelési költség	Ft/ha	596 952,4	82 910,1
NETTÓ JÖVEDELEM	Ft/ha	45 510,2	6 320,9

forrás: MEDINÁÉ 2023, CSOLTAI 2024, AKI 2024 alapján saját kalkuláció

A kalkulációk alapján megállapítható, hogy a területalapú támogatást is magába foglaló termelési érték 642.462,2 Ft/ha, a termelési költség pedig 542.684 Ft/ha, így tehát az őszi búza ágazat 2024-ben jövedelmező, amelynek mértéke 45.510 Ft/ha volt.

Összefoglalás

A COVID-19 és az orosz-ukrán konfliktus 2020 és 2023 között jelentős gazdasági zavarokat okozott a hazai gabonatermesztők számára. A hullámzó termény árak és inputanyag költségek nehezen, vagy egyáltalán nem lekövethetőek a mezőgazdasági szektor sajátosságainak köszönhetően. Munkánk során arra az eredményre jutottunk, hogy az inputanyag árak megnyugodni látszanak, ami pozitív jövedelmezőségi kilátásokat jelez előre. 2022-ben a rendkívüli aszályhelyzet okozott veszteséget és sodort a csőd szélére agrár vállalkozásokat 2023-ban pedig az extrém alacsony felvásárlási árak teheték veszteséggé a termelést. A 2024-es kiegyenlítő évi időszak pozitívan hatott majd az ágazatra és hosszú távon fenntartható kiegyenlített jövedelmező termelést jelent majd a szektor számára.

Kulcsszavak: őszi búza, termény árak, orosz-ukrán konfliktus, növénytermesztés, gabona termesztés

Irodalom

- Pásztor Zs. (2024): Agrár piaci jelentések, Gabona és ipari növények, XXVII. évf. 21. sz. 4. p.
 Forrás: <https://www.aki.gov.hu/termek/agrarpiaci-jelentesek-gabona-es-ipari-novenyek-449/>
 Csoltai V. (2023): Műtrágya-értékesítés mezőgazdasági termelőknek, XXV. évf. 1. sz. 5. p.
 Forrás: <https://www.aki.gov.hu/termek/mutragya-ertesites-mezogazdasagi-termeloknek-2023-ev/>
 Csoltai V. (2024): Műtrágya-értékesítés mezőgazdasági termelőknek, XXV. évf. 2. sz. 4. p.
 Forrás: <https://www.aki.gov.hu/termek/mutragya-ertesites-mezogazdasagi-termeloknek-2024-i-negyedev>
 Medináné L. V. (2023): Növényvédőszer értékesítése, XXIII. évf. • 1. sz. 4. p.
 Forrás: <https://www.aki.gov.hu/termek/novenyvedo-szerek-ertesites-2023-ev/>
 Internet-1:
<https://agroforum.hu/agrarhirek/agrargazdasag/negyev-es-melypontot-hozhat-az-eu-2024-25-os-buzatermese>
 Internet-2:
<https://www.aki.gov.hu/2024/08/06/emelkedett-az-etkezesi-buza-ara-julius-vegen-magyarorszagon>
 Internet-3:
https://pair.aki.gov.hu/web_public/general/showresult.do?id=5014044550&resultId=5048987466&back=1&lang=hu
 Internet-4:
<https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/mezogazdasagi-termeloi-es-raforditasi-arak-2022/index.html>

ECONOMIC ANALYSIS OF HUNGARIAN WINTER WHEAT CULTIVATION IN THE YEAR 2024

József Barnabás Tóth¹, Norbert Pásztor²

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

toth.jozsef@nye.hu

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.

Student

pasztynorbi@gmail.com

Summary

The 2020 COVID pandemic and the armed conflict between Russia and Ukraine, which began in 2022, has had a significant impact on almost all economic sectors, and agriculture is no exception. Between February 2022 and December 2024, the prices of inputs, fuel, and crops underwent considerable fluctuations, posing economic challenges for producers in both livestock farming and crop production. Although domestic market prices now appear to be stabilizing, field crop production, particularly winter wheat cultivation, still cannot be considered unequivocally profitable. The increasingly extreme climate poses an escalating problem, as reflected in the droughts of 2022 and 2024, as well as the widespread national yellow rust epidemic in 2023.

In our research, we aim to highlight the uncertainty surrounding the profitability outlook for winter wheat production in 2024 and explore ways to mitigate potential losses during such a challenging and uncertain period. To this end, we conducted a cost-benefit analysis as a continuation of a 2023 study, focusing on winter wheat harvested in 2024. We determined its production cost, break-even indicators, and profitability conditions.

Keywords: winter wheat, crop prices, Russia-Ukraine conflict, crop production, grain cultivation.

KÜLÖNBÖZŐ ZÖLDTRÁGYA NÖVÉNYEK ÉS KEVERÉKEIK SZEREPE A VETÉSSZERKEZETBEN

URI Zsuzsanna¹

¹ Nyíregyházi Egyetem, H-4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b., e-mail: uri.zsuzsanna@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.31>

Bevezetés

A fenntartható mezőgazdaság egyik alapvető célkitűzése a talaj termékenységének megőrzése és javítása, miközben csökkenti a külső inputok - elsősorban a szintetikus műtrágyák és növényvédő szerek - alkalmazásának mértékét. E célkitűzés egyik hatékony eszköze a zöldtrágyázás, amely nemcsak tápanyag-visszapótló szerepet tölt be, hanem jelentős hatással van a talaj szerkezetére, biológiai aktivitására, a káros élő szervezetek visszaszorítására és a vetésszerkezet egészére is.

A zöldtrágya növények alkalmazása az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb figyelmet kapott, különösen a talajdegradációval, szervesanyag-csökkenéssel és a klímaváltozás kedvezőtlen hatásaival szembesülő területeken. E növények közé tartoznak többek között a pillangósvirágúak (pl. *Trifolium pratense* L., *Vicia villosa* Roth., *Pisum sativum* var. *arvense* L.), a keresztesvirágúak (pl. *Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers., *Sinapis alba* L., valamint a fűfélék (pl. *Bromus secalinus* L., *Lolium multiflorum* Lam.), amelyek külön-külön és keverékek formájában is alkalmazhatók. A keverékek előnye, hogy egyesítik az egyes fajok kedvező tulajdonságait, ezáltal fokozva a rendszer ökológiai stabilitását és agronómiai hatékonyságát.

A vetésszerkezetben betöltött szerepük túlmutat a tápanyag-utánpótláson, hatással vannak a gyomelnyomásra, a talajerózió csökkentésére, a vízháztartásra és a következő kultúrnövény fejlődésére is. Ennek ellenére alkalmazásuk gyakorlati megvalósítása és hosszú távú hatásainak értékelése még mindig sok kérdést vet fel, különösen eltérő agroökológiai viszonyok között.

Jelen tanulmány célja, hogy értékelje különböző zöldtrágya növények és azok keverékeinek hatását a vetésszerkezetre, különös tekintettel azokra a tényezőkre, amelyek befolyásolják a talajminőséget, a következő növénykultúrák terméshozamát, valamint az ökológiai és agronómiai fenntarthatóságot. A kutatás hosszú távú célja egy környezetkímélő és gazdaságilag is működőképes vetésszerkezet kialakításának támogatása zöldtrágyázással.

Irodalmi áttekintés

A zöldtrágya növények alkalmazása régóta ismert módszer a talaj termőképességének javítására, valamint a talaj védelmére (Aranyi és Sztahura, 2018). A zöldtrágya növények közül különösen fontosak a pillangósvirágú növények, amelyek képesek a légköri nitrogén megkötésére, ezáltal csökkentve a külső nitrogén(mű)trágyázás szükségességét (Stein et al. 2023), valamint növelve a következő növény terméshozamát (Cherr et al. 2006, Qaswar et al. 2019). Az utónövény számára rendelkezésre álló nitrogén mennyisége a termesztett pillangósvirágú fajtól, a megtermelt biomassza mennyiségétől és a növényi szövet nitrogéntartalmától függ. A pillangósvirágúak növekedését korlátozó feltételek - mint például a késői vetési időpont, a rossz állományfejlődés és az aszály - mind csökkenthetik a megtermelt nitrogén mennyiségét (Uri et al. 2022). Másrészt a jó nitrogéntermelést elősegítő feltételek közé tartozik a hüvelyesek magjainak megfelelő kultúrával való beoltása, a jó állomány kialakítása, a talaj optimális tápanyagszintje és pH-értéke, valamint a megfelelő talajnedvesség (Rinehart, 2025).

A növények biomasszájának bomlása során szervesanyag-bevitel történik, ami hozzájárul a talaj szerves széntartalmának növekedéséhez (Ma et al. 2025), javul a talajszerkezet, fokozódik a vízmegtartó-képesség és csökken a talaj eróziója (Rinehart, 2025). A zöldtrágya növények, különösen a mélyre hatoló gyökérrzel rendelkező fajok, mechanikusan is lazítják a tömörödött talajrétegeket, ezáltal növelik a víz- és levegőáteresztő képességet (Blanco-Canqui et al. 2015). E gyökérhatás különösen fontos a monokultúrák rendszerek által gyakran előidézett szerkezetromlás enyhítésében.

A zöldtrágya növények talajfelszín borító biomasszája védelmet nyújt a csapadék okozta felszíni erózió ellen, csökkenti a vízlefolyást és elősegíti a víz beszívargását (Dabney et al. 2001). A zöldtrágyázás ezen hatása különösen fontos lejtős területeken, ahol a hagyományos művelés gyakran jelentős talajvesztéssel jár. A zöldtrágyázás során visszamaradó szervesanyag-tartalom javítja a talaj aggregátum-stabilitását és humusztartalmát, ami kulcsfontosságú a hosszú távú talajtermékenység és szerkezeti integritás fenntartásához (Villamil et al. 2006). A megnövekedett szervesanyag-mennyiség elősegíti a mikrobiális aktivitást (Wang et al. 2024), ami szintén hozzájárul a talajszerkezet fejlődéséhez.

A talaj biológiai aktivitása tehát rendszerint javul a zöldtrágyázás hatására. A növényi biomassza hozzáadása fokozza a talajban a mikrobiális biomasszát és a CO₂-felszabadulást, továbbá gyorsítja a peszticid-maradékok lebomlását. A zöldtrágyával történő bioszolarizáció megvalósítható eszköz a növényvédő szerekkel szennyezett talajok helyreállítására, miközben javul a talaj biológiai egészsége (Aliste et al. 2025).

A zöldtrágyázás jelentős szerepet játszhat az agroökológiai egyensúly fenntartásában is. Számos tanulmány bizonyítja, hogy a zöldtrágya növények alkalmazása hatékony eszköz lehet a gyomnövények visszaszorítására, a kórokozók és kártevők populációjának csökkentésére (Cherr et al. 2006, Rinehart, 2025). A gyomnövények elleni hatást részben az allelopatikus anyagok kibocsátásán, részben a talajfelszín takarásán és a gyors növekedéssel való kompetitív térfoglaláson keresztül éri el a zöldtrágya növények (Teasdale és Mohler, 2000). Például a rozs (*Secale cereale* L.) és a mustárfélék (pl. *Sinapis alba* L.) jelentős gyomszuppresszív hatással bírnak, mivel kémiai vegyületeik gátolják a gyommagvak csírázását (Kruidhof et al. 2008). A zöldtrágyázás továbbá képes csökkenteni a talajban élő kórokozók, mint például a fonálféreg (pl. *Meloidogyne* spp.) vagy egyes gombás betegségek (pl. *Fusarium* spp.) populációit. A keresztesvirágú zöldtrágya növények - különösen a glükoszínolátokat termelők - bomlástermékei (pl. izotiocianátok) biofumigáns hatással bírnak, és elnyomják a talajlakó patogéneket (Lazzeri et al. 2004). Kártevők esetében a zöldtrágya növények vonzhatnak természetes ellenségeket (pl. ragadozó rovarokat), így hozzájárulhatnak a biológiai védekezés erősítéséhez is (Hooks és Johnson, 2003). Ezenkívül a diverzebb növényborítás mikroélelőhelyeket kínál a hasznos élőlények számára, ezzel közvetetten csökkentve a kártevők nyomását.

Anyag és módszer

A kutatás célja, hogy értékelje különböző zöldtrágya növények és azok keverékeinek hatását a talaj termékenységre, szerkezetére, valamint a vetésszerkezet fenntarthatóságára. Vizsgálni kívánom, hogy az egyes fajok és fajkeverékek milyen mértékben járulnak hozzá a gyomelnyomáshoz, a talaj tápanyag-utánpótláshoz, valamint hogyan hatnak az utónövények terméshozamára és egészségi állapotára. Ezen célok eléréséhez a tanulmány megírása során kutatási módszerként az irodalomkutatást alkalmaztam.

Az agrártudományi kutatásokban az irodalomkutatás lehetővé teszi a már meglévő tudásanyag feltérképezését, a releváns hazai és nemzetközi kutatási eredmények összegyűjtését, valamint az eltérő agroökológiai feltételek mellett végzett kísérletek összehasonlítását. Segítségével azonosíthatók azok a fajok és fajkeverékek, amelyek pozitív hatással vannak a talajszerkezetre, a tápanyag-utánpótlásra, a gyomelnyomó-képességre vagy a vetésforgó fenntarthatóságára. Ezen túlmenően az irodalomkutatás hozzájárul a kutatási hiányterületek feltárásához, így elengedhetetlen módszertani eszköz a tudományosan megalapozott következtetések levonásához. A témában való irodalmi áttekintés lehetőséget nyújt a zöldtrágya növények vetésszerkezeti integrációjának hosszú távú agronómiai és környezeti hatásainak komplex értékelésére is.

Eredmények és értékelésük

A különböző zöldtrágya növényfajok eltérő funkcionális jellemzőkkel bírnak, így egy faj vagy fajkeverék kiválasztása erősen befolyásolhatja a kívánt agronómiai és ökológiai eredményeket.

Számos kísérlet igazolja, hogy az egy fajjal végzett zöldtrágyázás is pozitív hatással lehet a következő kultúra fejlődésére. Például egy 3 éves amerikai kísérlet során a vöröshere (*Trifolium pratense* L.) zöldtrágyaként való termesztése jelentősen növelte a kukorica termését, mivel magas nitrogénmegkötő képességgel bír, miközben javította a talaj szerkezetét is (Singer et al. 2007). Egy másik kísérletben az őszi rozs (*Secale cereale* L.) alkalmazása csökkentette a gyomfertőzést a következő szója kultúrában, miközben növelte a talaj szervesanyag-tartalmát (Teasdale és Mohler, 1993). Az ilyen egykomponensű zöldtrágyák tehát jól beilleszthetők a vetésforgóba például őszi gabonák vagy tavaszi kapás növények közé, akár takarónövényként, akár talajregeneráló céllal.

Több fajból álló zöldtrágya keverékek gyakran hatékonyabbak a többféle agroökológiai cél elérésében. Egy franciaországi kísérlet során, amelyben rozs (*Secale cereale* L.), szösös bükköny (*Vicia villosa* Roth.) és olajretek (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers.) keverékét használták, kimutatták, hogy a keverékek jobb nitrogénmegkötést, erőteljesebb gyomelnyomást és nagyobb biomassza-termelést eredményeztek, mint a fajok önálló alkalmazása (Tribouillois et al. 2016). A funkcionálisan komplementer fajokból álló keverékek - például pillangósvirágúak (nitrogénmegkötés) és keresztesvirágúak (allelopatikus és biofumigáns hatás) - szinergikus hatásokat mutathatnak. Egy németországi vizsgálatban többkomponensű (4-6 fajból álló) keverékek alkalmazása jelentősen javította a következő kukorica és búza teszt növények tápanyag-ellátottságát, miközben növelte a talajbiológiai aktivitást is (Schipanski et al. 2014). Hosszú távú kutatások alapján a zöldtrágya növények rendszeres alkalmazása stabilabb vetésszerkezet kialakításához vezethet. Egy 12 éves kanadai vizsgálat során a zöldtrágyás vetésforgók (pl. borsó + zab keverék zöldtrágyaként) csökkentették a talajdegradációt, növelték a szerves szén koncentrációját, és magasabb hozamokat eredményeztek a gabonák esetében a kontrollhoz képest (McConkey et al. 2012). Egy 10 éves holland kísérletsorozat során, ahol a vetésforgóba rendszeresen vörösheret (*Trifolium pratense* L.) és fehérheret (*Trifolium repens* L.) illesztettek be zöldtrágyaként, a kutatók azt tapasztalták, hogy a talaj összes nitrogéntartalma fokozatosan nőtt, az utónövények termései pedig 10-15%-kal meghaladták a zöldtrágya nélküli kontroll parcellák hozamát. A kísérlet szerint a rendszeres zöldtrágyahasználat lehetővé tette a szintetikus nitrogénműtrágya részleges kiváltását (Van Eekeren et al. 2010). Egy 8 éves spanyolországi mediterrán klímán végzett vizsgálatban takarmánybükköny (*Vicia sativa* L.) zöldtrágyát integráltak a vetésszerkezetbe búza és napraforgó közé. Megfigyelték, hogy a zöldtrágya alkalmazása nemcsak a termésbiztonságot növelte csapadékhiányos években, hanem 30-50%-kal csökkentette a műtrágyaigényt, miközben a talaj szerves széntartalma is nőtt. Az eredmények szerint a zöldtrágyázás segíthet stabilizálni a vetésszerkezetet kedvezőtlen évjáratokban is (Gabriel és Quemada, 2011). Egy németországi többéves kutatás során az olajretek (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers.) és fehér mustár (*Sinapis alba* L.) zöldtrágyák alkalmazása jelentősen csökkentette a talajban lévő kártevő fonálférgek (pl. *Heterodera* spp.) populációit, miközben növelte az utána termesztett őszi búza állomány egészségét és termését. A hosszú távú eredmények szerint ezek a zöldtrágyák biológiai növényvédelmi funkciót is betöltöttek, így a vetésforgóban szereplő kultúrák növényegészségügyi állapota javult (Been et al. 2007). Egy amerikai kísérlet során, amelyet 12 éven keresztül végeztek Iowa államban, a kukorica-szója vetésforgóban különféle zöldtrágya keverékeket alkalmaztak, köztük rozs (*Secale cereale* L.), zab (*Avena sativa* L.), bíborhere (*Trifolium incarnatum* L.) és olajretek (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) kombinációit. A keverékek alkalmazása esetén a kukorica átlagtermése 8-12%-kal volt magasabb, a tavaszi talajművelés során pedig jobb szerkezetű, kevésbé tapadó talaj volt tapasztalható. A zöldtrágyák hosszú távon kiegyenlítették a hozamokat és mérsékeltek a vetésforgó tápanyag-vesztéseit (Delate et al. 2014).

Egy hazai, többéves gödöllői kísérletben, ahol különféle zöldtrágya-fajokat, köztük facéliát (*Phacelia tanacetifolia* L.), szudánifüvet (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) és csillagfürtöt (*Lupinus albus* L.) vizsgáltak kukorica előveteményeként, kimutatták, hogy a zöldtrágyázás javította a talaj szerkezetét, növelte a talaj biológiai aktivitását, és csökkentette a gyomnyomást a következő kultúrában. Hosszú távú hatásként nőtt a talaj szervesanyag-tartalma és vízháztartása, ami hozzájárult a hozamstabilitáshoz (Szabó et al. 2015). Egy másik gödöllői

kísérletben több éven keresztül vizsgálták a fehér mustár (*Sinapis alba* L.) és az olajretek (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) zöldtrágya hatását őszi búza és tavaszi árpa előveteményeként. A tapasztalatok szerint mindkét növény jelentősen csökkentette a gyomosodást, javította a morzsás talajszerkezet kialakulását, és mérsékelte a kórokozók talajból való visszafertőződését. A vetésszerkezetben való alkalmazásuk hosszú távon csökkentette a növényvédelmi beavatkozások számát (Vágó et al. 2016). Debrecenben 6 éven keresztül vizsgálták a szudáni fű (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) és a facélia (*Phacelia tanacetifolia* L.) zöldtrágyaként történő alkalmazását őszi búza és kukorica közötti előveteményként. A kísérlet során megállapították, hogy a zöldtrágya jelentősen javította a talaj nedvességmegtartó képességét és akár 10-15%-os termésnövekedést eredményezett a kukoricánál. Emellett a zöldtrágya biomasszatömege javította a talaj tápanyag-ellátottságát és szervesanyag-tartalmát is (Pekár és Kádár, 2012). Kecskeméten homokos vályog talajon vizsgálták a csillagfürt (*Lupinus albus* L.) és vöröshere (*Trifolium pratense* L.) zöldtrágyázás hatását. A többéves eredmények szerint ezek a növények jelentősen javították a vízmegtartó-képességet, és csökkentették a szél által okozott talajpusztulást, ami különösen fontos a Duna-Tisza közti homokvidéken. Emellett a következő kultúra (paprika és kukorica) tápanyag-utánpótlási igénye mérséklődött, és a talajélet aktivitása is nőtt (László és Székely, 2018).

Következtetések

A zöldtrágya növények jelentősen hozzájárulnak a talaj tápanyagtartalmának növeléséhez, különösen a pillangósvirágú fajok, amelyek a légköri nitrogén megkötésével csökkentik a nitrogénműtrágya-szükségletet, és javítják az utónövények tápanyag-ellátottságát. A talaj szervesanyag-tartalma és szerkezeti állapota kimutathatóan javul a zöldtrágyázás hatására. Ez pozitívan hat a talaj vízmegtartó-képességére, a levegőztetésére és a mikrobiológiai aktivitására, ami hosszú távon növeli a termésszabilytást. A zöldtrágya növények gyomelnyomó, kórokozó- és kártevő-visszaszorító képessége kiemelkedő. Különösen a keresztesvirágúak biofumigáns hatása és az allelopatikus fajok gyomszupresszív tulajdonságai segítik a növényvédelmi beavatkozások csökkentését. A keverékek alkalmazása - különösen a funkcionálisan eltérő fajokból (pl. pillangósvirágú, keresztesvirágú, fűféle) állók - szinergikus hatásokat eredményez. Ezek hatékonyabb tápanyaghasznosítást, nagyobb biomassza-termelést, jobb gyomelnyomást és stabilabb hozamokat eredményeznek, mint az egykomponensű zöldtrágyák. A zöldtrágyázás hosszú távú alkalmazása hozzájárul a vetésforgó agronómiai és ökológiai fenntarthatóságához. A szervesanyag-visszapótlás, a talajdegradáció mérséklése és a hozambiztonság javulása révén lehetővé válik egy gazdaságilag is versenyképes, inputcsökkentett mezőgazdasági gyakorlat kialakítása.

Összefoglalás

A zöldtrágyázás a fenntartható mezőgazdaság egyik kulcsfontosságú eszköze, amely komplex módon járul hozzá a talaj termékenységének megőrzéséhez, a vetésszerkezet stabilitásához, valamint a külső inputok - különösen a szintetikus műtrágyák és növényvédő szerek - mérsékléséhez. A zöldtrágyázás javítja a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, miközben hozzájárul a vetésszerkezet ökológiai és gazdasági fenntarthatóságához. Jelen tanulmány irodalmi áttekintés alapján értékeli különböző zöldtrágya növényfajok és fajkeverékek talajra, utónövényekre és a vetésforgó egészére gyakorolt hatásait. Az elemzett kutatások alapján megállapítható, hogy a pillangósvirágúak jelentős szerepet játszanak a nitrogénmegkötésben, míg a keresztesvirágú fajok biofumigáns és gyomszupresszív tulajdonságai révén a növényvédelemben is fontos szerepet töltenek be. A fajkeverékek alkalmazása - különösen funkcionálisan eltérő növények esetén - szinergikus hatásokat eredményez. A hosszú távú vizsgálatok szerint a zöldtrágyázás csökkenti a talajdegradációt, növeli a szervesanyag-tartalmat, javítja a hozambiztonságot és mérsékli az inputigényt. A tanulmány rávilágít arra, hogy a zöldtrágyázás alkalmazása különösen indokolt lehet a klímaváltozás által sújtott, degradációval

veszélyeztetett területeken, valamint a hosszú távú talajvédelem és termésbiztonság biztosítása érdekében.

Kulcsszavak: fenntartható mezőgazdaság, talajerő-gazdálkodás, zöldtrágyázás, takarónövény keverékek

Irodalom

- Aliste, M. - Ros, C. - Garrido, I. - Martínez, C. M. - Vera, A. - Siles, J. - Contreras, F. - Flores, P. - Hellín, P. - Fenoll, J. - Bastida, F.: 2025. Green manure from cover crops enhances pesticide degradation and soil biological health. *Journal of Hazardous Materials*. 2025 Sep 5:495:138984. doi: 10.1016/j.jhazmat.2025.138984.
- Aranyi N. - Sztahura E.: 2018. Zöldtrágyázás. Mezőgazdasági kézikönyv 2. Nemzeti Agrárgazdasági Kamar. ISBN 978-615-5307-47-8
- Been, T. H. - Schomaker, C. H. - Molendijk, L. P. G.: 2007. Nematode control with biofumigant green manures. *European Journal of Plant Pathology*, 119 (2), 311-321.
- Blanco-Canqui, H. - Claassen, M. M. - Presley, D. R.: 2015. Summer cover crops fix nitrogen, increase crop yield, and improve soil-crop relationships. *Agronomy Journal*, 107 (3), 914-924.
- Cherr, C. M. - Scholberg, J. M. S. - McSorley, R.: 2006. Green Manure Approaches to Crop Production: A Synthesis. *Agronomy Journal* Volume 98, Issue 2, pp. 302-319.
- Dabney, S. M. - Delgado, J. A. - Reeves, D. W.: 2001. Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32 (7-8), 1221-1250.
- Delate, K. - Cambardella, C. - Chase, C. - Johanns, A.: 2014. Long-term organic rotation and cover crop effects on crop yield and soil fertility. *Agronomy Journal*, 106 (2), 507-518.
- Gabriel, J. L. - Quemada, M.: 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertiliser fate. *European Journal of Agronomy*, 34 (3), 133-143.
- Hooks, C. R. R. - Johnson, M. W.: 2003. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection*, 22 (2), 223-238.
- Kruidhof, H. M. - Bastiaans, L. - Kropff, M. J.: 2008. Ecological weed management by cover cropping: Effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 48 (6), 492-502.
- László, P. - Székely, I.: 2018. A zöldtrágyázás hatása homoktalajok termékenységére. *Agrokémia és Talajtan*, 67 (2), 225-234.
- Lazzeri, L. - Tacconi, R. - Palmieri, S.: 2004. In vitro activity of some glucosinolates and their enzymatic hydrolysis products against plant pathogenic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (11), 2861-2866.
- Ma, J. - Yin B. - Gao T. - He K. - Huang X. - Jiang T. - Zhen W.: 2025. Legume-Non-Legume Cover Crop Mixtures Enhance Soil Nutrient Availability and Physical Properties: A Meta-Analysis Across Chinese Agroecosystems. *Agronomy*, 15 (8), 1756. <https://doi.org/10.3390/agronomy15081756>
- McConkey, B. G. - Curtin, D. - Campbell, C. A. - Moulin, A.: 2012. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon in Canadian prairie soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 155, 62-70.
- Pekár, F. - Kádár, I.: 2012. Zöldtrágyanövények szerepe a talaj termőképességének megőrzésében. *Növénytermelés*, 61 (3), 291-301.
- Qaswar, M. - Huang, J. - Ahmed, W. - Li, D. - Liu, S. - Ali, S. - Liu, K. - Xu, Y. - Zhang, L. - Liu, L. - Gao, J. - Zhang, H.: 2019. Long-Term Green Manure Rotations Improve Soil Biochemical Properties, Yield Sustainability and Nutrient Balances in Acidic Paddy Soil under a Rice-Based Cropping System. *Agronomy* 2019, 9 (12), 780
- Rinehart, L.: 2025. Overview of Cover Crops and Green Manures. NCAP IP024, 800-346-9140 January 2025., 20 p.
- Schipanski, M. E. - Barbercheck, M. - Douglas, M. R. - Finney, D. M. - Haider, K. - Kaye, J. P. - Kemanian, A. R. - Mortensen, D. A. - Ryan, M. R. - Tooker, J. - White, C. M.: 2014. A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. *Agricultural Systems*, 125: 12-22.
- Singer, J. W. - Nusser, S. M. - Alf, C. J.: 2007. Are cover crops being used in the US corn belt? *Journal of Soil and Water Conservation*, 62 (5), 353-358.
- Stein S. - Hartung J. - Perkons U. - Möller K. - Zikeli S.: 2023. Plant and soil N of different winter cover crops as green manure for subsequent organic white cabbage. *Nutrient Cycling Agroecosyst* (2023) 127:285-298
- Szabó, A. - Vágó, I. - Marton, L.: 2015. Zöldtrágyanövények szerepe a talajminőség fenntartásában. *Agrokémia és Talajtan*, 64 (2), 215-229.
- Teasdale, J. R. - Mohler, C. L.: 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal*, 85 (3), 673-680.
- Teasdale, J. R. - Mohler, C. L.: 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*, 48 (3), 385-392.
- Tribouillois, H. - Dürr, C. - Demilly, D. - Wagner, M. H. - Justes, E.: 2016. Cover crop mixtures including legume produce the highest biomass across wide range of growing conditions. *European Journal of Agronomy*, 72, 38-51.
- Uri Zs. - Asztalos A. - Szűcs Á. B.: 2022. Zöldtrágyázás hatása a talaj fizikai és kémiai jellemzőire. In: Irinyiné, Oláh Katalin - Kosztyuné, Krajnyák Edit - Szabó, Béla (szerk.) *Fenntartható Tápanyag-gazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája 2022: Innovatív megoldások a XXI. század mezőgazdaságában: Konferencia kiadvány, Nyíregyháza, Magyarország: Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet* (2022) 171 p. pp. 126-133., 8 p.

- Vágó, I. - Szabó, A. - Marton, L.: 2016. Zöldtrágyanövények hatása a talajéletre és növényvédelmi tényezőkre. *Talajvédelem*, 74 (1), 15-24.
- Van Eekeren, N. - Bokhorst, J. - Nierop, D. J. - Bloem, J.: 2010. Effects of grass-clover and maize-wheat rotations on soil chemical and biological parameters. *Soil Use and Management*, 26 (2), 188-195.
- Villamil, M. B. - Bollero, G. A. - Darmody, R. G. - Simmons, F. W. - Bullock, D. G.: 2006. No-till corn/soybean systems including winter cover crops: Effects on soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 70 (6), 1936-1944.
- Wang, H. - Zhong, L. - Liu, J. - Liu, X. - Xue, W. - Liu, X. - Yang, H. - Shen, Y. - Li, J. - Sun, Z.: 2024. Systematic Analysis of the Effects of Different Green Manure Crop Rotations on Soil Nutrient Dynamics and Bacterial Community Structure in the Taihu Lake Region, Jiangsu. *Agriculture* 2024, 14 (7), 1017

THE ROLE OF DIFFERENT GREEN MANURE PLANTS AND THEIR MIXTURES IN THE CROP STRUCTURE

Zsuzsanna Uri¹

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
uri.zsuzsanna@nye.hu

Summary

Green manure is a key tool in sustainable agriculture, contributing in a complex way to the preservation of soil fertility, the stability of the crop structure, and the reduction of external inputs - especially synthetic fertilizers and pesticides. Green manure improves the physical, chemical and biological properties of the soil, while contributing to the ecological and economic sustainability of the crop structure. This study evaluates the effects of different green manure plant species and species mixtures on the soil, follow-up crops and the crop rotation as a whole, based on a literature review. Based on the analyzed research, it can be concluded that legume species play a significant role in nitrogen fixation, while cruciferous species also play an important role in plant protection due to their biofumigant and weed suppressive properties. The use of species mixtures - especially in the case of functionally different plants - results in synergistic effects. Long-term studies have shown that green manure reduces soil degradation, increases organic matter content, improves yield security and reduces input requirements. The study highlights that the use of green manure may be particularly justified in areas affected by climate change and at risk of degradation, and in order to ensure long-term soil protection and crop security.

Keywords

sustainable agriculture, soil resources management, green manuring, cover crop mixtures

VÍZ A MEZŐGAZDASÁGBAN, A VÍZMEGTARTÓ GAZDÁLKODÁS AGROTECHNIKAI ESZKÖZEI

URI Zsuzsanna¹ – MÁRTON-PISKÓTI Mónika²

¹ Nyíregyházi Egyetem, H-4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b., e-mail: uri.zsuzsanna@nye.hu

² Nyíregyházi Egyetem, H-4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b., e-mail: marton.piskoti.monika94@gmail.com

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.32>

Bevezetés

A vízhasználat minimalizálása az agráriumban kiemelkedően fontos téma, hiszen a mezőgazdaság a legnagyobb vízfelhasználó szektor a világon. A Föld népességének folyamatos növekedése révén az agrár-élelmiszeripari termékek iránti kereslet is permanensen nő, míg a természeti erőforrások, mint a termékeny talaj vagy a tiszta édesvíz fokozatosan csökkennek.

A globális éghajlatváltozás, a növekvő vízigény és a gyakori aszályos időszakok következtében a víz szerepe a mezőgazdaságban egyre inkább stratégiai jelentőségűvé válik. A termelésbiztonság fenntartása és az élelmezésbiztonság garantálása érdekében nélkülözhetetlenné váltak azok a gazdálkodási módszerek és technológiai megoldások, amelyek elősegítik a talajban rendelkezésre álló víz hatékony megtartását és hasznosulását. Különösen a csapadékos és száraz periódusok váltakozása, valamint az időjárási szélsőségek fokozódása indokolja a vízmegtartó gazdálkodás agrotechnikai eszközeinek alkalmazását.

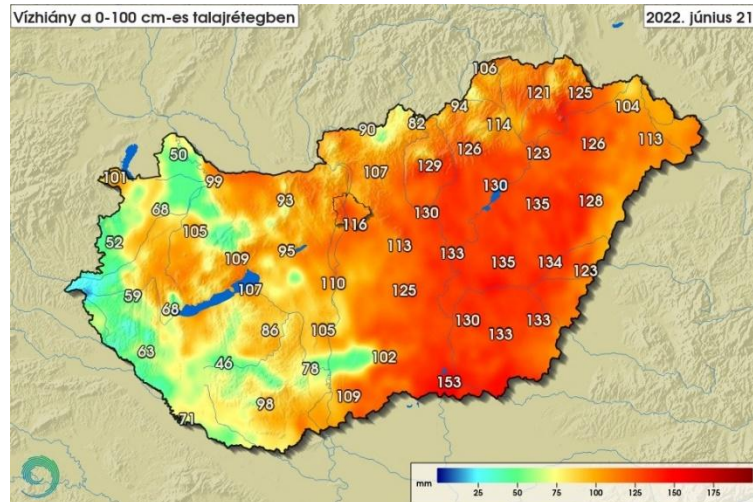
A vízmegtartó gazdálkodás célja, hogy minimalizálja a vízvesztéseket, maximalizálja a talaj vízháztartásának egyensúlyát, és fenntartsa a növények számára elérhető vízkészleteket. Ehhez számos agrotechnikai beavatkozás áll rendelkezésre, mint például a talajművelés módjának megválasztása, a növénytakarás, a szervesanyag-gazdálkodás vagy a precíziós technológiák alkalmazása. Ezek az eszközök nemcsak a vízmegőrzést szolgálják, hanem hozzájárulnak a talaj szerkezetének javításához, a terméshozamok stabilizálásához és a környezeti terhelés csökkentéséhez is.

Jelen tanulmány célja, hogy hazai és nemzetközi szakirodalmak feldolgozásával áttekintse a vízmegtartó gazdálkodás legfontosabb agrotechnikai eszközeit, azok működési mechanizmusát és alkalmazásuk mezőgazdasági jelentőségét a klímaváltozás kihívásainak tükrében.

Irodalmi áttekintés

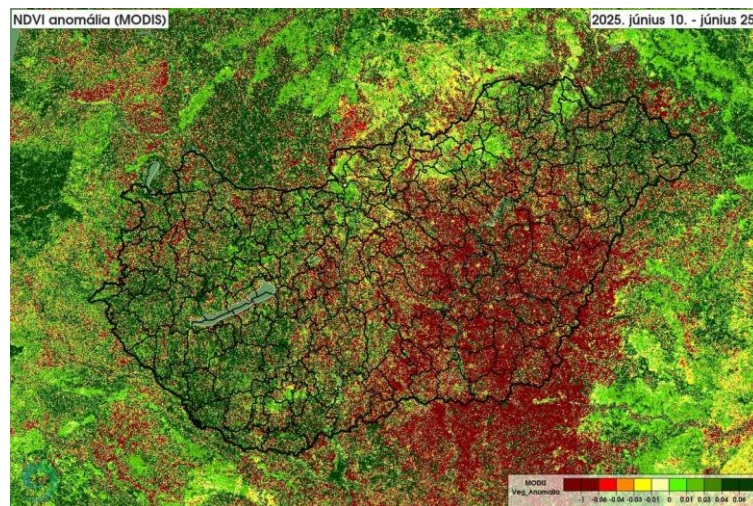
A tiszta édesvíz, amely a világ legértékesebb, de egyben a leginkább alul értékelt feltételelesen megújuló természeti erőforrása (Thyll, 2004), véges mennyiségben áll rendelkezésünkre (Champaneri et al. 2024). A WWF „The High Cost of Cheap Water” (Az olcsó víz magas ára) címmel megjelent jelentésében (WWF, 2023) arra hívja fel a figyelmet, hogy a víz áll a növekvő globális válság középpontjában, amely nemcsak az élelmezésbiztonságot fenyegeti, hanem az emberek és a bolygó egészségét is. A túlzott mezőgazdasági vízhasználat veszélyezteti a felszíni és felszín alatti vízkészleteinket (Adair et al. 2021). A mezőgazdaság vízfelhasználása a világ teljes vízfelhasználását tekintve megközelítőleg 70 %-ot tesz ki (Chai et al. 2016, Agroinform.hu, 2023). Mivel a Föld népessége folyamatosan növekszik a globális élelmiszerigény kielégítéséhez a mezőgazdaság várhatóan 1,2-szeresére fogja növelni a vízigényt az elkövetkező években. Az elmúlt négy évtizedben 153 millió hektárról 300 millió hektárra nőtt az öntözött területek nagysága a világon. Ez a 300 millió hektár a világ mezőgazdasági területének 19 százalékát jelenti (Agrarszektor.hu, 2021).

Európában és Magyarországon a meteorológiai mérések kezdete (az 1860-as évek eleje) óta az elmúlt 20 év volt a legmelegebb, amikor is többségében jóval 10 °C-ot meghaladó középhőmérsékletű évek voltak. Az elmúlt 150 év legmelegebb éve 2022 volt 12,23 °C-os középértékkel, mely a legsúlyosabb vízhiányt okozta Európában és Magyarországon (1. ábra) egyaránt (Agroinform.hu, 2024b).



1. ábra. A talaj felső 1 méteres rétegéből a telítettséghez hiányzó víz mennyisége (mm) 2022 júniusában Magyarországon (Forrás: HungaroMet, 2025a)

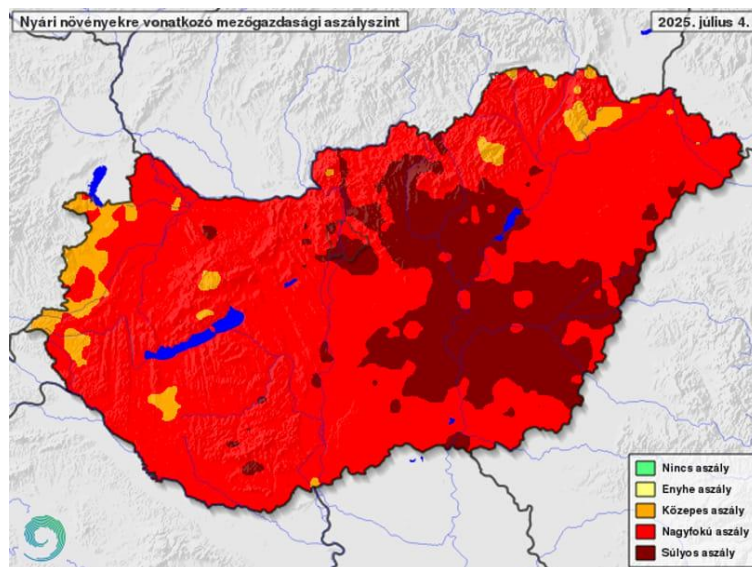
Az 1990-től napjainkig tartó periódus a legintenzívebb melegedés korszaka, sőt a 2010-es évektől az intenzitása egyre markánsabb. A meteorológiai mérések alapján egyértelműen látszik, hogy Magyarországon jelentősen nőtt a száraz évek aránya. A 2022-es év kiemelkedően meleg volt, és az ország jelentős részén, a nyár folyamán rendkívüli szárazságot, történelmi aszályt tapasztalhattunk. A prognózisok szerint az aszályos időszakok száma és a súlyos aszályok gyakorisága jelentősen növekedhet a következő évtizedekben. A különböző klímamodellek alapján 2050-re várhatóan 1,5-2 °C fokkal tovább emelkedik az átlaghőmérséklet, ráadásul megváltozik a csapadék éven belüli eloszlása és intenzitása is, és egyre gyakoribbá válnak a súlyosan vízhiányos periódusok (Magro.hu, 2024). Manapság egyre sűrűbben olvashatunk az Alföld, különösen a Duna-Tisza közti homokhátság vesztes kiszáradásáról szóló hírekről. A HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. által közzétett műholdas vegetációs indexet (NDVI) szemléltető térképen jól láthatjuk az ország aszályhelyzetét 2025 júniusában (HungaroMet, 2025b) (2. ábra).



2. ábra. Magyarország aszálytérképe 2025 júniusában (Forrás: HungaroMet, 2025b)

A HungaroMet (2025c) agrometeorológiai elemzése szerint hazánk területének több, mint 90 százalékán nagyfokú vagy súlyos aszály jelei tapasztalhatók (3. ábra). A talaj felső egy méteres

rétege hazánk nagy részén kritikusan száraz, mindössze 15–30 százalék nedvességet tartalmaz a növények számára hasznosítható vízmennyiség arányában.



3. ábra. A nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszályszint (2025. július 04.)

(Forrás: HungaroMet, 2025c)

Anyag és módszer

Kutatásunk célja a vízmegtartó gazdálkodási gyakorlatok alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel azok hatékonyságára, fenntarthatóságára és adaptációs lehetőségeire a változó klimatikus viszonyok között. Ezen cél eléréséhez az irodalomkutatás módszerét választottuk, mivel a témával kapcsolatos tudományos és szakmai anyagok már széles körben rendelkezésre állnak, és ezek feldolgozása lehetőséget ad a meglévő ismeretek alapos feltárására és értelmezésére.

Az irodalomkutatás egy szekunder kutatási módszer, melynek előnye, hogy lehetővé teszi a különböző országokban és klimatikus viszonyok között alkalmazott vízmegtartó technológiák és módszerek összehasonlítását, valamint a hosszú távú hatásaikról szóló tanulmányok megismerését, elemzését.

Ez a megközelítés különösen indokolt olyan komplex témák esetén, mint a vízmegtartás, ahol az agrártudományi, a környezetvédelmi, a hidrológiai és az ökonómiai szempontok egyaránt fontosak. Az irodalmi források feldolgozása révén feltárhatók a kutatási hiányterületek, valamint azonosíthatók a legígéretesebb gyakorlatok, amelyek hozzájárulhatnak a fenntartható mezőgazdaság megvalósításához.

Eredmények és értékelésük

Napjainkban a vízfelhasználás hatékonyságának növelése, valamint a vízmegtartó gazdálkodás erősítése egyre fontosabb feladat. A vízmegtartó gazdálkodás „olyan földművelési rendszer, amely csökkenti a vízvesztéseket, növeli a vízhasznosítást, segít megőrizni a talaj termékenységet, javítja az ökoszisztémák egészségét és fenntarthatóbbá teszi a mezőgazdasági termelést” (Agrárminisztérium, 2024). A vízmegtartó gazdálkodás előnye, hogy javítja a talaj minőségét és szerkezetét, például növeli a talaj szervesanyag-tartalmát, javítja a tápanyag-szolgáltató képességét, fokozza a vízvezető képességét, valamint csökkenti a víz- és széléróziót.

A vízmegtartó gazdálkodás növeli a termelékenységet és a jövedelmezőséget is, mivel csökkenti a vízigényt, az öntözési költségeket és a termés kiesést (Magro.hu, 2024). A vízmegtartó gazdálkodásban számos olyan agrotechnikai eszközt és eljárást alkalmaznak, amelyek célja a vízvesztés minimalizálása és a vízhasznosítás maximalizálása (Agrárminisztérium, 2024).

A természetes vízvisszatartást segítő intézkedések (Natural Water Retention Measures - NWRM) olyan többfunkciós megoldások, amelyek a vízkészletek védelmét, valamint a vízzel kapcsolatos kihívások kezelését célozzák, miközben az ökoszisztémák és víztestek természetes tulajdonságainak és jellemzőinek megőrzését vagy helyreállítását segítik, természetes eszközök és folyamatok alkalmazásával (Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2023). A vízvisszatartást segítő intézkedések mezőgazdasági, erdészeti, hidromorfológiai és települési vonatkozású rendelkezéseket tartalmaznak (Thyll, 2005; Vermes, 2001), melyekből jelen tanulmány a mezőgazdasági intézkedésekkel foglalkozik.

Az agrárágazat természetes vízvisszatartási intézkedései közé tartoznak a rétek és legelők közbeékelése, a puffersávok telepítése, a vetésforgó alkalmazása, a kontúrok mentén történő sávos növénytermesztés, a közbevetés, a talajművelés nélküli mezőgazdaság, az alacsony művelésű mezőgazdaság, a takarónövények termesztése, a korai vetés, a hagyományos teraszozás, a mulcsozás. Mindezek viszonylag alacsonyabb költségekkel és műszaki igényekkel, kisebb területen, egyénileg is megoldhatók (Agrárminisztérium, 2024).

A talajok vízmegtartó képességének javítása elsősorban a földhasználat-váltással (rétek és legelők közbeékelésével), a felszínborítás mozaikossá tételével (szegélyélőhelyek, nem termő területek), a talaj nedvességtartalmát kímélő vetésforgó kialakításával, illetve a vízmegőrző agrotechnikák alkalmazásával (például mulcsozással vagy takarónövények termesztésével) érhető el, melyek csökkentik az aszályok negatív hatásait és ahol a vízpótlás elengedhetetlen, segítik a víztakarékos öntözéses gazdálkodásra történő áttállást. Az intenzív forgatásos talajművelés (szántás) negatívan befolyásolja a talaj fizikai (Modiba et al. 2025), kémiai és biológia tulajdonságait, ezáltal felgyorsítja az eróziót, továbbá kedvezőtlen hatást gyakorol a talajnedvességre és szervesanyag tartalmára. A talajművelés elhagyása (no-till), vagy csökkentése (minimum-till) elősegíti a talaj vízmegtartó képességének, biológia aktivitásának, a szervesanyag tartalmának, valamint tápanyag-szolgáltató képességének növekedését (Rusu et al. 2011, Shabanpour et al. 2022). A kontúrszántás alkalmazása a talajvédelem további módszere lehet a gyors felszíni lefolyás lassítására vagy megakadályozására (Agrárminisztérium, 2024).

Az aszálykár megelőzésében és mérséklésében a leghatékonyabb megoldás az öntözés, mely a magas terméshozamot, a megfelelő termésminőséget és a termésbiztonságot is garantálja (Vermes, 2001). A hagyományos öntözési rendszerekben a gazdálkodók a szántóföld és a termesztett kultúrnövények vízigényének ismerete nélkül, sablonosan alkalmazzák az öntözést a gazdaság egész területén, ami akár túl- vagy alulöntözést is eredményezhet. A mezőgazdasági területek vízfelhasználásának minimalizálását az öntözési technikák optimalizálása is segíti. Hazánkban az öntözött terület döntő hányadát, több mint 85%-át felszíni vízzel öntözik a gazdálkodók. A legelterjedtebb kijuttatási mód országunkban az esőztető, ezen belül a lineár öntözés (Agroinform.hu, 2024a). Az öntözési technológiák fejlesztésével, a hagyományos gyakorlatok megváltoztatásával, a szárazságtűrő növények termesztésével jelentős vízmegtakarítás érhető el.

A modern öntözési rendszerekre, mint például a mikro- vagy precíziós öntözésre való áttéréssel a gazdálkodók jelentős mértékben csökkenthetik a vízfelhasználásukat. A szabályozott deficitöntözés (RDI) olyan módszer, amely során a növény számára kritikus fejlődési szakaszokban juttatunk ki vizet, míg más időszakban csökkentett mennyiséggel számolunk, ezzel maximalizálva a vízhasznosítás hatékonyságát. Az RDI esetén az öntözővíz-megtakarítás elérheti a 20-30 %-ot anélkül, hogy jelentős termésvesztés lépne fel (Chai et al. 2016). Az RDI egy fenntartható víztakarékos megközelítés, mivel az öntözővizet korlátozott vagy kisebb mennyiségben alkalmazzák, mint a tényleges evapotranspiráción alapuló növényi vízigény. A víz megfelelő időben és mennyiségben, megfelelő technikával történő stratégiai alkalmazása nagymértékben javíthatja a vízfelhasználás hatékonyságát és a terméshozamokat (Champaneri et al. 2024). Chai et al. (2016) kutatásuk során a terméshozam mellett vizsgálták a szabályozott

hiányöntözés által kiváltott vízstresszre adott növényi válaszokat is, melynek során a morfológiai, fiziológiai és biokémiai tulajdonságokban egyaránt változásokat mutattak ki. Megnövekedett például a növények gyökér-hajtás aránya, jobb lett a tápanyag-felvételük, sztómarózódást, csökkent levéllégzést, fenntartott fotoszintézist, fokozott antioxidáns enzimaktivitást tapasztaltak. Lu et al. (2022) kétéves szabadföldi kísérletükben hasonló eredményt értek el. Megállapították, hogy a növények párolgásán és a csapadékmennyiség előrejelzésén alapuló deficit csepegtető öntözés a hagyományos öntözéshez képest javítja a kukorica teszt növények vízhasznosítási hatékonyságát, valamint növeli a fotoszintézist és a termésátlagot.

Abdelfattah és Mostafa (2024) a különböző talajjavítókkal kombinált deficitöntözés hatását vizsgálták. Eredményeik szerint a talajkondicionálók - a bentonit, a bioszén, a szuperabszorbens polimer - segítenek mérsékelni a deficitöntözés esetleges negatív hatásait, javítva a talaj hidrofizikai tulajdonságait és a vízellátás stabilitását.

Az aszályos és a kiszámíthatatlan csapadékmennyiséggel küzdő területeken a hidrogélek alkalmazása is ígéretes megoldásnak tűnik a vízfelhasználás hatékonyságának javítására. A hidrogélek vizet megkötő polimerek, melyek akár 85 %-os víz visszatartást is lehetővé tesznek, különösen homokos talajokban, elősegítve a vízigény csökkentését, a talajszerkezet javulását és a jobb terméshozamokat (Agbna és Zaidi, 2025). Agbna és Zaidi (2025) tanulmányukban a hidrogélek típusait, tulajdonságait és a mezőgazdasági alkalmazásuk hatásait vizsgálták, kiemelve szerepüket a talajnedvesség-megtartásának javításában, a tápanyagszolgáltató-képesség fokozásában és a terméshozam növelésében. Hátrányként megemlíti a hidrogélek magas előállítási költségeit, a szintetikus voltukból adódó negatív környezeti hatásokat, - melyeket részben biológiailag lebomló alternatívákkal lehet orvosolni.

Adair et al. (2021) kísérletükben szuperhidrofób homokot mulcsként alkalmazva próbálták vízmegtakarítást elérni. Az eljárás során a közönséges homokot nanoszintű viaszbevonattal kezelték, majd 5 mm vastagságban talajtakaróként alkalmazták. Megállapították, hogy a többéves alkalmazás során normál öntözés mellett jelentősen csökkent a mulcsozott talaj párolgása és 17-73 %-kal nőtt a teszt növényként alkalmazott paradicsom, őszi árpa és őszi búza terméshozama.

Következtetések

A mezőgazdasági vízgazdálkodás hatékonyságának javítása az egyik legkritikusabb kihívás a 21. században, különösen a klímaváltozás, a szélsőséges időjárási viszonyok és a fokozódó vízszűkösség tekintetében. A vízmegtartó gazdálkodás agrotechnikai eszközei – különösen a deficit öntözés, mulcsozási technikák, precíziós vízkezelési eljárások és a talajjavító anyagok alkalmazása - kulcsfontosságú szerepet játszanak a vízveszteségek mérséklésében és a termelési biztonság fenntartásában.

Nemzetközi kutatások igazolták, hogy a technológiai innovációk - mint például az intelligens öntözésvezérlés vagy a szuperhidrofób mulcsozás – jelentős hozamnövekedést és vízmegtakarítást eredményezhetnek. Magyarországon ugyan több ilyen megoldás még gyerekcipőben jár, de a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás megköveteli ezek bevezetését és elterjesztését a mezőgazdasági gyakorlatban.

Elengedhetetlen az agrártechnológiai innovációk - például precíziós öntözés, vízhasználati szenzorok, hidrogél-alapú talajjavítók - elterjesztése és pénzügyi ösztönzése a hazai gazdálkodók körében is. A precíziós mezőgazdaság és IoT-technológiák (talajnedvesség-szenzorok, változó dózis-/hely-alapú öntözés, drónok) jelentősen növelhetik a vízhasználat hatékonyságát.

Összefoglalás

Napjainkban a világon egyre több embernek kell szembenéznie a vízhiánnyal és az élelemhez jutás bizonytalanságával. A mezőgazdasági termelés során folyamatosan fel kell készülnünk az egyre szélsőséesebb időjárási jelenségekre, a fokozatosan erősödő vízhiányra. Az agráriumban az egyik legnagyobb kihívást manapság az aszály elleni küzdelem jelenti a világon. Az

élelmiszertermelés legmeghatározóbb eleme napjainkban a víz lett. A növekvő aszálykockázattal szemben leghatékonyabban a fenntartható, talaj- és vízkímélő agrotechnikai módszerek alkalmazásával vehetjük fel a harcot. A termékbiztonsághoz azonban ma már nem elegendő a megfelelő agrotechnika alkalmazása, a biztonságos élelmiszerellátás alapja egyre inkább az öntözés lesz. A jövőben a helyes mezőgazdasági gyakorlatokkal, az öntözési technikák optimalizálásával, valamint az ezeket támogató szakpolitikai megoldások alkalmazásával jelentős vízmegtakarítást érhetünk el az agráriumban.

Tanulmányunk rávilágított arra, hogy a deficit öntözés, a talajtakarási technikák, a talajjavító anyagok (például hidrogélek), valamint a precíziós öntözés mind hozzájárulnak a vízfelhasználás hatékonyságának javításához és a mezőgazdasági termelés stabilizálásához.

Kulcsszavak: aszály, fenntartható vízgazdálkodás, vízmegtartó gazdálkodás, öntözés

Irodalom

- Abdelfattah, A. - Mostafa H.: 2024. Potential of Soil Conditioners to Mitigate Deficit Irrigation Impacts on Agricultural Crops: A Review. *Water Resources Management* (2024) 38:2961–2976
- Adair, G. J. - Odokonyero, K. - Mousa, M. A. A. - Reimer, J. - Mashharawi, A. A. - Marasco, R. - Manalastas, E. - Morton, M. J. L. - Daffonchio, D. - McCabe, M. F. - Tester, M. - Mishra, H.: 2021. Superhydrophobic sand mulches increase agricultural productivity in arid regions. <https://arxiv.org/pdf/2102.00495>
- Agbna, G. H. D. - Zaidi, S. J.: 2025. Hydrogel Performance in Boosting Plant Resilience to Water Stress-A Review. *Gels* 2025, 11, 276.
- Agrárminisztérium: 2024. A vízmegtartó gazdálkodás. Agrárminisztérium, Öntözésfejlesztési Osztály, Budapest
- Agroinform.hu: 2023: A mezőgazdaság használja a teljes édesvízkészlet több mint 70 százalékát. 2023. október 17. <https://www.agroinform.hu/kornyeztvedelem/a-vizellatas-krizisere-figyelmeztet-a-wwf-jelentese-67994-001>
- Agroinform.hu: 2024a. Tudj meg mindent a vízmegtartó gazdálkodásról! 2024. augusztus 08. https://www.agroinform.hu/szantofold/tudj-meg-mindent-a-vizmegtarto-gazdalkodasrol-ontozes-74943-001?utm_source=chatgpt.com
- Agroinform.hu: 2024b. 2080-ra az ország 90 százalékán lehet súlyos aszály. 2024. augusztus 29. <https://www.agroinform.hu/szantofold/2080-ra-az-orszag-90-szazalekan-lehet-sulyos-aszaly-75346-001>
- Agrárszektor.hu: 2021. Komoly nehézségek előtt áll a magyar mezőgazdaság: csak ez jelenthet megoldást. 2021. július 30. <https://www.agrarszektor.hu/noveny/20210730/komoly-nehezsegek-elott-all-a-magyar-mezogazdasag-csak-ez-jelenthet-megoldast-31622#:~:text=Az%20elm%C3%BAlt%20n%C3%A9gy%20%C3%A9vtizedben%20153%20milli%C3%B3%20hekt%C3%A1r%C3%B3l%20300,az%20n%C3%B6v%C3%A9nytermeszt%C3%A9s%20%C3%A9rt%C3%A9k%C3%A9nek%20k%C3%B6zel%20a%20fel%C3%A9rt%20teszi%20ki.>
- Chai, Q. - Gan, Y. - Zhao, C. - Xu, H. L. - Waskom R. M. - Niu, Y. - Siddique, K. H. M.: 2016. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for Sustainable Development* (2016) 36: 3. Springer. p. 21.
- Champaneri, D. D. - Desai, K. D. - Sharma, V. - Madane, D. A. - More, S. J.: 2024. A synoptic review of deficit irrigation methods: sustainable water-saving strategies in vegetable cultivation. *Water Supply* (2024) 24 (9): 3132–3147.
- HungaroMet: 2025a. Talajnedvesség és talajhőmérséklet. 2025. június 21. <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/talaj/>
- HungaroMet: 2025b. Műholdas vegetációs index. 2025. június 19.-25. https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/vegetacios_index/
- HungaroMet: 2025c. Aszály információk. 2025. július 04. <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/aszalyinfo/>
- Lu, J. - Ma, L. - Hu, T. - Geng, C. - Yan, S.: 2022. Deficit drip irrigation based on crop evapotranspiration and precipitation forecast improves water- use efficiency and grain yield of summer maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2022. 102(2):653-663.
- Magro.hu: 2024. Mit jelent a vízmegtartó gazdálkodás a gyakorlatban? 2024. augusztus 06. <https://www.magro.hu/hu/agrarhirek/cikk/mit-jelent-a-vizmegtarto-gazdalkodas-a-gyakorlatban/>
- Modiba, M. M. - Ocansey, C. M. - Ibrahim, H. T. M. - Birkás M. - Dekemati, I. - Simon, B.: 2025. Assessing 16 Years of Tillage Dynamics on Soil Physical Properties, Crop Root Growth and Yield in an Endocalcic Chernozem Soil in Hungary. *Agronomy*. March 2025 15(4):801
- Országos Vízügyi Főigazgatóság: 2023. Természetes vízvisszatartó intézkedések. 2023. március 16. <https://www.ovf.hu/vizgazdalkodas-vizszolgaltatas/vizvisszatartas>
- Rusu, T. - Moraru, P. I. - Rotar, I.: 2011. Effect of soil tillage system on soil properties and yield in some arable crops. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.9 (3&4): 426-429.
- Shabanpour, M. - Fekri, S. - Bagheri, I. - Payman, S. H. - Rahimi-Ajdadi, F.: 2022. Effects of tillage method and drainage management on some soil physical properties. *Journal of Agricultural Sciences*. Volume: 28 Issue: 3, 545 - 554.

- Thyll Sz. (szerk.): 2004. Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN: 9789639121973
Thyll Sz. (szerk.): 2005. Talajvédelem és vízrendezés dombvidéken. Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN: 9637362940
Vermes L. (szerk.): 2001. Vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás, Budapest, ISBN: 9633563348
WWF: 2023. The High Cost of Cheap Water: The true value of water and freshwater ecosystems to people and planet.
https://files.worldwildlife.org/wwfcmprod/files/Publication/file/1o94sii9nx_WWF_High_Cost_of_Cheap_Water_FINAL_LR_.pdf

WATER IN AGRICULTURE, AGROTECHNICAL TOOLS FOR WATER-CONSERVATION MANAGEMENT

Zsuzsanna Uri¹, Mónika Márton-Piskóti²

¹University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
uri.zsuzsanna@nye.hu

²University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
marton.piskoti.monika94@gmail.com

Summary

Nowadays, more and more people in the world have to face water shortages and food insecurity. During agricultural production, we must constantly prepare for increasingly extreme weather events and gradually increasing water shortages. One of the biggest challenges in agriculture today is the fight against drought in the world. Water has become the most decisive element in food production today. We can most effectively combat the increasing risk of drought by applying sustainable, soil- and water-conserving agrotechnical methods. However, the application of appropriate agrotechnical methods is no longer sufficient for crop security; irrigation is increasingly becoming the basis for a secure food supply. In the future, we can achieve significant water savings in agriculture by implementing good agricultural practices, optimizing irrigation techniques, and applying policy solutions that support these.

Our study highlighted that deficit irrigation, mulching techniques, soil improvement materials (such as hydrogels), and precision irrigation all contribute to improving water use efficiency and stabilizing agricultural production.

Keywords: drought, sustainable water management, water conservation management, irrigation

BÚZAFINOMLISZTBÓL KÉSZÜLT KENYEREK ÉRZÉKSZERV BÍRÁLATA

VIGH Szabolcs – BURIK Tímea

Nyíregyházi Egyetem, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/B. vigh.szabolcs@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.33>

Bevezetés

A búza (*Triticum aestivum* L.) termesztésének története, mintegy 10-12 ezer évre nyúlik vissza, ahol kulcsfontosságú szerepet játszott az emberi civilizáció fejlődésében. Az emberek fokozatosan tértek át a vadászó-gyűjtögető életmódról a tudatos növénytermesztésre, amely lehetővé tette a stabil és előre tervezhető élelmiszerellátást. A búza volt az első növény, amelyet „házasítottak”. A tudatos termesztése hozzájárult a korábbi éhezéssel és bizonytalansággal járó életmód kiszámíthatóbbá tételéhez. A globalizáció az utóbbi években forradalmasította az élelmiszer előállítását és fogyasztást, a gazdálkodás pedig hatékonyabbá vált. A gabonafélék az összes energia bevitelünk közel felét fedezik, emellett, mint vitamin-, ásványi anyag és élelmirost forrásként is nagy jelentőséggel bírnak. A legelterjedtebb gabonaféle a búza, de az utóbbi időben más alapanyagból készült termékek is széles körben megjelentek az élelmiszeriparban, mint például a rozs, zab, árpa, köles, kukorica, barnarizs, hajdina, melyeket liszt, dara, pehely, vagy natúr formában használhatunk fel.

Irodalmi áttekintés

A fontosabb termesztett búzafajok különböző tulajdonságokkal jellemezhetők. Az elmúlt 2-3 évtizedben jelentősen bővült a hazai búza fajta portfólió. Hazánkban jelentősen eltérnek egymástól az ökológiai és agrotechnikai feltételek tájegységenként, üzemekenként és táblánként, emiatt abszolút jó búzafajta nincs (Pepó-Sárvári, 2011).

A jó kenyérhez, mindenekelőtt jó liszt szükséges. Kezdetben még minden liszt teljes kiőrlésű volt. Az egész gabonaszemet őrölték és a lisztet korpával együtt töltötték zsákba, legfeljebb házilag szitálták át, hogy a módosabb réteg számára szép fehér kenyeret süssenek. A fehér (búza) kenyér, akárcsak a hús, a nagy tömegek számára egészen a XIX. század közepéig elérhetetlen volt és természetessé is csupán a XX. század utolsó harmadában válhatott. A XVII. században előre lépést jelentett a malomkő után működő szita megjelenése is, amivel a korpát már a malomban elválasztották a lisztől. Az 1800-as évek második felében jelent meg a „magas őrlés”. Ennél az egyszerű technológiánál az őrleményt többször is felöntötték a garatra. Így lett az első garatra öntést követően a szemből dara, majd a darából derce és a harmadik felöntésre pedig a derceből a kívánt szemcseméretű liszt. Néhány évszázaddal ezelőtt a betakarított búza sütőipari értékének meghatározása a búza színének, tisztaságának szemrevételezésével és a magvak kettéharapásával végzett keménység vizsgálatával történt. Már akkor is tudták ugyanis, hogy a keményszemű, „acélos búza” lisztjéből általában jobb termékeket lehet sütni, mint a lágy búzáéból. Később az 1 hektoliteres térfogatú edénybe férő búza súlyából következtettek annak minőségére. Ha 80-85 kg volt, jónak, ha csak 64-70 kg körüli, akkor gyenge minőségűnek ítélték a búzát. A liszt legfontosabb jellemzője, hogy milyen gabonából készül, illetve a gabonát mekkora szemcseméretre őrlik, mennyi maghéjat hagynak benne és mekkora a nedvesség-, fehérje (siker) tartalma. A búza minőségét leginkább a magban található keményítő és fehérje adja. Ha a fehérje aránya magas, a szóban forgó búzát jó minőségűnek, azaz „acélosnak” tartjuk. A búza fehérjéi többnyire nem oldódnak vízben, ezért a keményítőtől ki is moshatók. Az így nyert vízben nem oldódó fehérjék összefoglaló neve a siker (glutén). A siker átlagosan 75 % gliadin és 25 % glutenin nevű fehérjéből áll. Nagy gliadin tartalom esetén a siker „lágy”, nagy glutenin tartalom esetén „kemény” lesz. A siker vízben nem oldódik, de vizet képes megkötni. Ez teszi a tésztát rugalmassá, nyújthatóvá, valamint a kelesztésnél, sütésnél keletkező gázok miatt a vízgőz nyomásával szemben ellenállóvá. Emiatt a liszt sütőipari minőségét a siker mennyisége, illetve a gliadin/glutenin arány fogja meghatározni. A búza olyan arányban tartalmaz szénhidrátot

és fehérjét, amilyen arányban az emberi szervezetnek szüksége van tápláló anyagokra, emiatt tekinthetjük értékes táplálék forrásnak. Fokozza értékét az is, hogy a búzalisztból sült kenyér könnyen emészthető és így viszonylag nagy mennyiséget lehet belőle elfogyasztani. Ez az egyik magyarázata annak, hogy tápanyagszükségletünk jelentős részét kenyérral fedezzük (Láng, 1970).

Jelenleg az MSZ 6383:2012 szabvány van érvényben a búza minőségének vizsgálatára vonatkozóan. A búza minőségi vizsgálata és annak minősítése kiemelkedő fontosságú, mivel nagy mennyiségben termelt gabonaféléről van szó. Tisztaság meghatározásánál a búzamintából minden olyan alkotót eltávolítunk, amely idegen a magtömegtől, nem faj azonos vagy a búza felhasználását károsan befolyásolja. A gabonaszemet három részre tagolhatjuk, héjra, amely rostban gazdag, a magbelsőben a zsírok, keményítők, fehérjék találhatóak, illetve a csíra, ami vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag (Magyar élelmiszerkönyv, 2014). Különös figyelmet igényel, hogy a búzát ne olyan talajon termesszük, amely potenciálisan toxikus elemekkel terhelt, mivel ezek az elemek a növényekben szövettani, élettani változásokat idézhetnek elő (Tóth et al., 2024), melyek befolyásolják a búza, a búzaliszt beltartalmi paramétereit, minőségét. A liszt minősége szoros összefüggésben áll a növény fejlődése során érvényesülő környezeti tényezőkkel, különösen a hőmérséklettel, mivel a hőstressz jelentősen módosíthatja a fotoszintetikus aktivitást és a kloroplasztiszok ultrastruktúráját, ami végső soron befolyásolja a szemekben kialakuló keményítő- és fehérjeminőséget. Ezt támasztják alá az edamame kultúrákon végzett vizsgálatok is, amelyek kimutatták, hogy a reprodukív fázisban fellépő hőstressz mérhető változásokat idéz elő a fotoszintetikus hatékonyságban és a kloroplasztisz szerkezetében (Moloi et al., 2025).

A búza minősége az alkalmazás céljától függően más és más szempontok szerint kerül meghatározásra, mivel különböző követelmények vonatkoznak az élelmiszeripari, tésztaipari vagy takarmányozási célú felhasználásra. Ennek érdekében olyan rendszert kell kialakítani, amely pontosan illeszkedik a felhasználási cél technológiai elvárásaihoz. Az adatok gyűjtése során egyszerű eszközöket használnak például a tárolási és betakarítási szakaszban, míg a feldolgozás során laboratóriumi eszközök biztosítják a részletes analízist. A minősítés folyamata magában foglalhat érzékszerv, fizikai, kémiai mikrobiológiai, biológiai és radiológiai módszereket, amelyeknek a célja az adott követelményeknek való megfelelésség vizsgálata. Az élelmiszerekre vonatkozó kötelező előírásokat az élelmiszer törvény irányelvei alapján rendeletek határozzák meg, ide tartoznak az Élelmiszerkönyv rendelkezései, a termékekre vonatkozó szabványok. Ezek biztosítják az élelmiszerek minőségbiztonsági és forgalmazási feltételeinek jogi és szakmai alapját. A búza minősége jelentős hatással van a további felhasználásra. Az aestivum búza adja a legnagyobb termesztett mennyiséget hazánkban. Az előállított liszt a sütő-, édes- és tésztaipar által kerül feldolgozásra. Durumbúzát kisebb mennyiségben termesztünk és dolgozunk fel. A búza minőségi besorolása során számos paraméter kerül meghatározásra.

Ilyenek például a jellegzetes halmaztulajdonságok:

- keverékesség, tisztaság,
- térfogattömeg (hektolitertömeg),
- ezerszemtömeg, ezerszemtérfogat,
- acélosság,
- nedvességtartalom,
- egészségi állapot.

Egyedi tulajdonságok:

- gabonaszem alakja, nagysága,
- szem fejlettsége,
- héj vastagsága,
- gabonaszem színe.

Az esésszám a búzaszem csirázási folyamatáról ad tájékoztatást. A Hagberg-féle esésszámot viszkoziméterrel határozzák meg. Az esésszám, amennyiben alacsony vagy magas értéket mutat, kenyérsütés szempontjából nem megfelelő (Magyar élelmiszerkönyv, 2014).

Az acélosság vizsgálatánál a búzaszem vágási felületét vizsgálják. A vizsgálat során 100 db búzaszemet kettévágnak, majd a vágási felületen az acélos és lisztes szemek arányát viszonyítják. Nedvesség tartalomra vonatkozóan, a búza minősége akkor kerül veszélybe, ha a betárolt gabonaszemek nedvesség tartalma meghaladj a 15 %-ot. Ilyenkor megnő a parazita fertőzések és a penész előfordulásának, valamint a mikotoxinok képződésének kockázata (Szenes, 1996).

A vékony, töpörödött szemekből nem lehet megfelelő minőségű tiszta, fehér lisztet őrölni. A hektolitertömeg ellenőrzésekor megméri, hogy mekkora lesz a súlya kilogrammban. Az optimálisnál több nitrogén alacsony hektoliter tömeget eredményez. A hektolitertömeg abban az esetben lesz magasabb, amikor a búza érése során száraz időjárási körülmények adóttak. Ezt a mutatót a gabona sűrűsége, nedvességtartalma, szemnagysága a szemek alakja és teltsége, valamint a héj simasága befolyásolja, de leginkább a sűrűség és a nedvességtartalom határozza meg. A hektolitertömeg jelzi, hogy milyen sűrű és mennyire érett a gabona (Györi-Györiné, 2000).

Az acélosság megállapításának alapja, hogy előre meghatározott számú búzaszemet keresztbe vágnak, majd a vágott felület vizsgálatával meghatározzák a szemek arányát a következő két kategória szerint, fényes, üvegszerű megjelenésű, acélos szemek és matt, fehér, lisztes belsejű szemek. Az acélosság a búzaszemek belső állagát értékeli, ami üvegszerű keménységet hasonlítja össze a puha, lisztes struktúrával. A vizsgálati módszer szabványszáma MSZ EN ISO 3093. (Élelmiszeripari szabványok kivonatos jegyzéke, 2012).

A valorigráfos vizsgálati módszer a lisztek vízfellevő képességének meghatározására alkalmas, illetve a tésztaképződési folyamat során a tészta tulajdonságai vizsgálatára. A valiográf, vízből és lisztből készült tészta, dagasztással szemben kifejtett ellenállását – konzisztenciáját - méri és rögzíti, adott idő alatt. A mérésekről a készülék egy rajzolt valorigram által határozza meg a liszt minőségi értékszámát. A kapott eredmények fényében a lisztek sütőipari értékcsoportba sorolhatóak, ennek tekintetében minél magasabb az érték, annál jobb minőségű a vizsgált liszt. Nedvességtartalom vizsgálat során, szárítószekrényben 130 °C-on 1-1,5 óra szárítás után a lisztek nedvességtartalma legfeljebb 15,0 % (m/m) lehet. A folyamat során a tömegvesztés, a liszt nedvességtartalma. Nedves siker mennyisége, területe és a liszt sikértartalma fontos minőséget meghatározó tényezők (Polhammer, 1980).

A lisztek minősítésénél meghatározó a szemcsenagyság, vagyis milyen finomságú a liszt őrlése. A szemcseméret vizsgálata egy vagy több különböző lyuknagyságú szitán átrostálva történik. A különböző frakciók osztályozása, a szemcseméretnek eloszlásának meghatározása százalékos formában történik (Élelmiszeripari kézikönyv, 2018).

A siker vízben nem oldódó, de vizet megkötő, rugalmas, kolloid anyag, amely a búzalisztből készült tésztát rugalmassá és nyújthatóvá, valamint a kelesztésnél keletkező gázok (CO₂) fesztítő hatásával szemben ellenállóvá teszi. Ezért a búzafajták sütőipari minőségét a siker mennyisége és minősége határozza meg. A búzaszem minősége a hektoliter-tömeg, ezerszemtömeg és a búzaszem acélosság vizsgálata alapján határozható meg. Malomipari szempontból rendszerint az a jó minőségű, jól kiörölhető búza, amelynek nagy a hektoliter-tömege legalább 78 kg, vagy ennél több. Az acélosság azt jelenti, hogy a búzaszemek törésfelületének átlagosan hány százaléka üveges. Általában az a kíváncsi, hogy az acélosság legalább 50%, vagy ennél több legyen. Az ezerszemtömeg a vetőmag értékének fontos meghatározója, de bizonyos fajták és évjáratok esetében az ezerszemtömeg nagysága és a kiörölési % között egyenes arányú összefüggés tapasztalható. A búza sütőipari értéke legnagyobb részt a siker mennyiségétől és minőségétől függ. A minőséget laboratóriumi módszerekkel és különböző műszerekkel farinograf, illetve valiograf használatával lehet megállapítani. A vizsgálatok során a beltartalmi értékek közül főleg a sikerrel kapcsolatos értékeket határozzák meg, de a műszeres vizsgálatokon kívül sütési próbákra is szükség van (Magda- Marsalek, 2000).

Anyag és módszer

A vizsgálat célja, hogy feltárjuk, milyen eredményt produkálnak a különböző forgalmazóktól származó BL 55-ös liszttekből készített kenyerek az érzékszervi elemzések során, melyek az alak, héj, bélzet, szag és az íz tulajdonságaira vonatkoznak. A kenyereket 19 fő részletes érzékszervi elemzése után a kapott eredmények alapján értékeltük. A vizsgálatok során átfogó képet szeretnénk kapni arról, hogy mely márkák nyújtják a legjobb sütési tulajdonságokat, illetve érzékszervi szempontból melyik a legízesebb. A teljesség kedvéért „It’us Miklos” gluténmentes fehérkenyér liszt keverék felhasználásával egy gluténmentes kenyeret is készítettünk, ezáltal még érzékelhetőbbé téve a kenyerek közti hasonlóságokat és különbségeket.

A 8 féle BL 55-ös lisztmintából azonos minőségű és mennyiségű hozzávalókkal készítettük a kenyereket, azonos dagasztási, kelesztési-, sütési idő és hőfok körülmények között. A „Privát” búzafinomliszt esetében egy evőkanál sikért adtunk a lisztbe, mellyel azt kívántuk megvizsgálni, hogy érzékelhető-e lényeges változás a kenyér minőségében. Mivel egységesen BL 55-ös lisztet és azonos minőségű és arányú hozzávalókkal készítettük a kenyereket, így a vizsgálat arra irányul, hogy érzékelhető-e minőségi eltérés az elkészített kenyerek között. A kenyerek készítéséhez 375 g lisztet, 240 ml vizet, 9 g só és 12 g „Budafoki” élesztőt mértünk ki. A kenyerek sütés előtti, illetve sütés utáni tömegét is megmértük (1. táblázat).

1. táblázat. Sütés előtti és sütés utáni tömeg

Sorszám	Liszt	Sütés előtti tömeg (g)	Sütés utáni tömeg (g)
1. kenyér	Hajdú Finom liszt	600	527
2. kenyér	Gyermelyi Búzafinomliszt	600	536
3. kenyér	S-BUDGET búzafinomliszt	623	562
4. kenyér	Nagyi titka Búzafinomliszt	633	577
5. kenyér	Belbake Búzafinomliszt	609	549
6. kenyér	Penny Búzafinomliszt	600	560
7. kenyér	Kunsági Búzafinomliszt	603	547
8. kenyér	Privát Búzafinomliszt + 1 evőkanál sike	650	617

A tészta előkészítéséhez dagasztógépet használtunk, a lisztet, só és a felfutott élesztőt a gép tartályába adagoltuk. A dagasztás során figyelemmel követtük a kenyértészta viselkedését. Azonos mennyiségű adalékanyagok és technológiai feltételek mellett érzékelhető különbség mutatkozott a 3. számú „S-BUDGET” és a 4. sorszámú „Nagyi Titka” búzafinomliszt dagasztási folyamata során. A dagasztási idő alatt a „Nagyi Titka” búzafinomlisztből készülő tésztának több idő volt szükséges ahhoz, hogy az összefüggő tészta kialakuljon. A kelesztésnél is eltérést tapasztaltunk az 1. sorszámú „Hajdú” lisztből készített kenyértésztánál, mivel az kisebb mértékű térfogatnövekedést mutatott, mint a 2. sorszámú „Gyermelyi” búzafinomlisztből készült tészta. A kelesztési idő eltérése a megkelt tésztából kialakítottuk a jellegzetes kenyérformát. Mivel az alakítás folyamata gázvesztéssel jár, ezért a formázott kenyértésztát sütőformában másodszor is kelesztettük. A sütési idő átlagosan 40-45 perc volt. Általánosságban elmondható, hogy akkor tekinthető átsültnek a kenyér, ha a belső hőmérséklete eléri a 95-98 °C-ot. Miután készre sülték a kenyerek vizet spricceltünk a még forró kenyérre és jól szellőző felületre helyezve szobahőmérsékleten hűlni hagytuk (1. ábra). Helytelen tárolási gyakorlat következtében a kenyér bepárasodik, az alsó héjzat átnedvesedik, ezáltal minőségi romlás következik be. A kihűlt kenyerek jól szellőző vászonkendőben több napon át minőségi romlás nélkül tárolhatóak.



1. ábra. A kiszáradt kenyérminták (Fotó: Burik Tímea)

Az érzékszervi bírálatok mellett (alak, héj, bélzet, íz, szag) vásárlásra és fogyasztásra vonatkozó kérdéseket is megválasztak a felmérésben résztvevők (19 fő) (2. táblázat).

2. táblázat. Vásárlásra, fogyasztásra vonatkozó kérdések

Kenyér vásárlásra, fogyasztásra vonatkozóan		
Megvásárolná Ön ezt a kenyeret, amennyiben kereskedelmi forgalomban elérhető lenne?	Igen	Nem
Gyakran vásárolná ezt a kenyeret, ha az kereskedelmi forgalomban elérhető lenne?	Igen	Nem
Ajánlaná-e Ön ezt a kenyeret mások számára fogyasztásra?	Igen	Nem

Eredmények és értékelésük

Az érzékszervi bírálat 19 fő bevonásával valósult meg, mely során a külalak, héj, bélzet, íz és illat került értékelésre. Az érzékszervi bírálat során az egyes tulajdonságokat pontozással értékelték. A végső pontszámot a súlyozott faktorszámmal megszorozott összes pontszám adja, aminek az értéke maximálisan 20 lehet. Jelen értékelés lényege, hogy a termék különböző tulajdonságaira maximálisan 5 pontot adhatunk tulajdonságonként. Ha valami kifogásolható, akkor kevesebb ponttal értékeljük egészen a 0 pontig (3. táblázat).

Az eredmények alapján a „Hajdú”, a „Belbake” és a „Privát” búzafinomlisztből készült kenyerek 21 pontot értek el, ezek voltak a legízletesebbek. A „Gyermelyi”, „S-BUDGET”, „Nagyi titka”, „Penny”, „Kunsági” 20 pontot értek el. Amikor a „Privát” lisztből egy evőkanál siker hozzáadásával készítettem kenyeret, az végeredményében nem mutatott jobb eredményt a többi kenyérhez viszonyítva. A 3. táblázatban az érzékszervi bírálatok alapján kapott számadatokat, eredményeket láthatjuk. A legalacsonyabb pontszámot a gluténmentes kenyér érte el (11 pont), ami jelen esetben jól tükrözi a különbséget a gluténmentes lisztkeverék, illetve a búzaliszt között. A vélemények alapján megállapítottuk, hogy a „Privát” lisztből készült kenyeret megvásárolná egyöntetűen mind a 19 fő, az „S-BUDGET” 17, a „Hajdú” 15 szavazatot kapott, a „Kunsági”, „Penny”, „Belbake” közel hasonló 13-14 igen választ kapott. Legkevésbé a „Gyermelyi” és „Nagyi titka”-t vásárolnák, ezek 10 szavazatot értek el. A gluténmentes kenyeret csak 1 fő vásárolná meg.

3. táblázat. Az érzékszervi vizsgálat eredményei

Minta	Bírálati szempontok					
	Alak	Héj	Bélzet	Szag	Íz	Összesen
1. Hajdú búzafinomliszt	5	4	4	4	4	21
2. Gyermelyi búzafinomliszt	4	4	4	4	4	20
3. S-BUDGET búzafinomliszt	4	4	4	4	4	20
4. Nagy titka búzafinomliszt	4	4	4	4	4	20
5. Belbake búzafinomliszt	5	4	4	4	4	21
6. Penny búzafinomliszt	4	4	4	4	4	20
7. Kunsági búzafinomliszt	4	4	4	4	4	20
8. Privát búzafinomliszt + 1 evőkanál sikér	4	4	5	4	4	21
9. Gluténmentes	2	3	2	2	2	11

A „Gyakran vásárolná ezt a kenyeret, ha kereskedelmi forgalomban is elérhető lenne?” tekintetében a „Privát” kapta a legtöbb pontszámot, az abból készült kenyeret 13 fő venné meg, míg az „S-BUDGET” lisztből sültet 11 fő. Legkevesebben a „Belbake” (6 fő) és a „Gyermelyi” lisztből készült kenyeret (5 fő) vásárolná meg. Arra a kérdésre, hogy „Ajánlaná-e Ön ezt a kenyeret mások számára fogyasztásra?” a „Privát” kapta a legtöbb szavazatot (15 fő), míg az „S-BUDGET”-et 14 fő, a „Gyermelyi” pedig csak 6 fő ajánlana.

Összefoglalás

A gabonafélék alapvető élelmiszerforrást képeznek szerte a világon, melyek jelentős szerepet játszanak a globális élelmiszerellátásban. Nemcsak a társadalom élelmezése kapcsán tölt be kulcsfontosságú szerepet, hanem az állatok takarmányozása mellett különböző iparágak is hasznosíthatják (pl. keményítőgyártás). Termesztésük költséghatékonynak tekinthető, mivel könnyen alkalmazkodnak a különböző éghajlati- és talajviszonyokhoz.

A búzaliszt minőségét meghatározó paraméterek tekintetében a lisztek sikértartalma és savfoka a legjelentősebb, melyek a kenyerek érzékszervi bírálati alapján eltérő értékeléseket eredményeznek. A búzaliszt magas szénhidráttartalmának köszönhetően fontos energiaforrás, a fehérje és rosttartalma jelentős. A búza különféle örleményei, úgy, mint a finomliszt, a teljeskiőrlésű liszt, a rétesliszt és a graham liszt eltérő textúrával és tápértékkel jellemezhetőek, amely lehetővé teszi a búza széles körben történő felhasználását a sütőiparban, melynek köszönhetően különböző kenyerek, pékáruk és tésztafélék készíthetőek.

8 különböző márkájú búzafinomliszt (BL55) felhasználásával, azonos mennyiségű és minőségű adalékanyagok hozzáadásával kenyereket süttöttünk. A kenyerek érzékszervi bírálati alapján kapott eredmények számszerűsítve határozzák meg, hogy melyik liszt tekinthető a legjobbnak. A liszt minőségének egyik legfontosabb mutatója a sikértartalom és a sikerterületkenység. A sikértartalom a liszt minőségét és sütési tulajdonságait meghatározó tényező. Korábbi vizsgálataink során a nedves sikértartalom 30,5% - 34,25% között változott, míg a sikerterületkenység 3,5 mm – 6,5 mm közötti értékeket mutatott, a savfok pedig 2,1-2,5 között alakult a BL55-ös lisztféleségek esetén. A savfok a lisztekben megtalálható zsírsavak mennyiségét jelzi, vagyis minél magasabb a savfok, annál öregebb, vagy rosszabb minőségű a liszt.

A kapott eredmények összesítése során megállapítottuk, hogy a vizsgált lisztek közül a Hajdú, a Belbake és a Privát búzalisztek bizonyultak a legjobb minőségűnek az érzékszervi bírálat során.

Kulcsszavak: búzaliszt, kenyér, minőség, érzékszervi bírálat

Irodalom

- Élelmiszeripari kézikönyv I.: 2018. Nemzeti Agrárgazdasági kamara, Budapest
Élelmiszeripari szabványok kivonatos jegyzéke: 2012.
Győri Z. - Győriné I.: 2000. A búza és kukorica minősége és feldolgozása, Szaktudás Kiadó
Láng G.: 1970. Növénytermesztés kézikönyve, Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest
Magda S. - Marsalek S.: 2000. Növénytermesztés- A mezőgazdasági és élelmiszeripari technológiai alapjai, Budapest
Magyar élelmiszerkönyv: 2014. Malomipari termékek
Moloi M.J. - Tóth C. - Hafeez A. - Tóth B.:2025. Insights into the Photosynthetic Efficiency and Chloroplast Ultrastructure of Heat-Stressed Edamame Cultivars During the Reproductive Stages. *Agronomy* 2025, 15, 301. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020301>
Pepó P. - Sárvári M.: 2011. Gabonanövények termesztése, Budapest
Polhammer E.: 1980. A búza és liszt minősége, Mezőgazdasági Könyvkiadó
Szenes E.: 1996. Sütőipari termékek gyártása kis- és középüzemekben, Integra-Projekt Kft, Budapest
Tóth C. - Simon, L. - Tóth B.: 2024. Microanatomical Changes in the Leaves of *Arundo donax* (L.) Caused by Potentially Toxic Elements from Municipal Sewage Sediment. *Plants* 2024, 13, 740. <https://doi.org/10.3390/plants13050740>

SENSORY EVALUATION OF BREADS MADE FROM WHEAT FLOUR

Szabolcs Vigh, Tímea Burik
University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
vigh.szabolcs@nye.hu

Summary

The history of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation dates back about 10-12 thousand years, playing an important role in the development of human civilization. People gradually transitioned from a hunter-gatherer lifestyle to conscious crop cultivation, which allowed for a more stable and predictable food supply. Wheat was the first plant to be “domesticated.” Its conscious cultivation helped to make a previously hunger- and insecure-ridden lifestyle more predictable. Globalization has revolutionized food production and consumption in recent years, and farming has become more efficient. Cereals cover nearly half of our total energy intake and are also of great importance as a source of vitamins, minerals and dietary fiber. The most common grain is the wheat, but recently products made from other raw materials have also appeared widely in the food industry, such as rye, oats, barley, millet, corn, brown rice and buckwheat, which can be used as flour, groats, flakes or in natural form.

Keywords: wheat flour, bread, quality, sensory evaluation

ENERGIAITALOK KOFFEINTARTALMÁNAK MINŐSÉGI VIZSGÁLATA

VIGH Szabolcs – MÁRTON Nóra

Nyíregyházi Egyetem, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/B. vigh.szabolcs@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.34>

Bevezetés

A koffein egy széles körben fogyasztott pszichoaktív hatóanyag, amely jelentős szerepet tölt be sok ember mindennapjaiban szerte a világon. A frissen főzött kávé gazdag aromájától a szénsavas italok pezsgéséig és a tea finomságáig a koffein jelenléte vitathatatlan életünkben. Mégis, vonzereje mellett rejlik az egészségre gyakorolt következményeinek sokrétű kölcsönhatása és mérésének lenyűgöző tudománya. A koffein teljes körű megértéséhez elengedhetetlen, hogy elmélyedjünk a történelmi kontextusban, amely alapot jelent a jelenkori jelentőségének megértéséhez. Már számos kiterjedt tudományos kutatás vizsgálta a koffein emberi szervezetre gyakorolt hatását, lehetséges előnyeit és káros hatásait, kiváltva ezzel kíváncsiságot és aggodalmat egyaránt. Az analitikai kémiai tudomány olyan fejlett módszereket ölel fel, mint a nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (HPLC), a gázkromatográfia-tömegspektrometria (GC-MS), az enzimhez kötött immunszorbens (ELISA) vagy akár a spektrofotometriás vizsgálatok.

Irodalmi áttekintés

A koffein molekulaképlete $C_8H_{10}N_4O_2$ (molekulatömege 194,19 g/mol.), amely pontos képet ad a molekula kémiai felépítéséről: nyolc szén-, tíz hidrogén-, négy nitrogén- és két oxigénatomból áll. Ez lehetővé teszi, hogy olyan tulajdonságokkal rendelkezzen, amelyek révén többféle biológiai hatást gyakorolhat a szervezetre. Purinvázis vegyület, mely azt takarja, hogy két gyűrűből épül fel: egy pirimidin- és egy imidazolgyűrűből, amelyek összekapcsolódva alkotják az alkaloid szerkezetet, amely hasonló az adenzin molekulájához. Ennek eredményeképpen a koffein képes blokkolni az adenzin hatását az agy receptorain. A koffein szerkezetének és működésének részletezése segít megérteni, hogy miként fejti ki stimuláló hatását. Az adenzinhez hasonló kémiai szerkezetének köszönhetően a koffein kompetitív módon kötődik az adenzin-receptorokhoz, és így blokkolja azok működését. A koffein ezen receptorok blokkolása révén stimulálja az agyat, ami fokozott figyelmet és csökkent fáradtságérzetet eredményez. A koffein kinyerése főként növényi forrásokból, mint a kávé- és tealevelek, illetve a guarana magjai történik. Az ipari extrakció során oldószeres eljárásokkal, illetve nagy nyomású kivonással izolálható a koffein. További érdekesség, hogy laboratóriumban is előállítható: például dimetilkarbamid és malonsav reakciójával, amely vegyületek megfelelő körülmények között képesek létrehozni a koffein alapstruktúráját. Biológiai hatásait tekintve a koffein az egyik legszélesebb körben fogyasztott stimuláns. A koffein biokémiai hatása miatt széles körben használt az élelmiszeriparban is: számos italhoz és gyógyszerkészítményhez adják hozzá, például fájdalomcsillapítókhoz, mivel bizonyos esetekben fokozza azok hatékonyságát (Internet 1, Internet 2).

A koffein szilárd, fehér, kristályos vagy por állapotú vegyület, keserű íze miatt könnyen felismerhető. Az anyag higroszkópos tulajdonságai miatt jól oldódik vízben, és képes hidrogénkötések kialakítására, mivel a molekulájában található oxigén- és nitrogénatomok hidrogénkötési helyekként funkcionálnak. Ennek eredményeként a koffein vízzoldhatósága és a molekula poláris tulajdonságai jelentősen hozzájárulnak biológiai hatásaihoz (Vedantu, 2023). A koffein a legelterjedtebb pszichoaktív anyag, amely a világ szinte minden táján elérhető, és amelyet a legtöbb ember napi szinten fogyaszt. Leginkább kávé, tea, energiaitalok és bizonyos gyógyszerek formájában találkozhatunk vele. A koffein hatása a központi idegrendszerre különösen érdekes, mivel számos fiziológiai és pszichológiai reakciót indít el, így növelve az éberséget és csökkentve a fáradtságérzetet, javítja a koncentrációt és fokozza a fizikai

teljesítményt. A koffein központi idegrendszeri stimulánsként az adenosin receptorok gátlásával fejtik ki hatását. Az adenosin egy természetes neurotranszmitter, amely az idegsejtek közötti kommunikációban játszik szerepet, és a központi idegrendszerben általában nyugtató, pihentető hatást gyakorol. Az adenosin aktivitása fokozódik, ahogy a nap előrehalad, és a szervezet fáradtságot kezd érzékelni. A koffein a receptorokhoz kötődve gátolja az adenosin hatását, így csökkenti a fáradtságérzetet és fokozza az éberséget (Nehlig, 2016). Ennek következményeként a koffein serkenti az idegsejtek aktivitását, és megnöveli a dopamin, a norepinefrin és az adrenalin szintjét az agyban, ami tovább fokozza az éberséget, a koncentrációt és a teljesítményt. A koffein ezen kívül javíthatja a rövid távú memória működését, ami különösen hasznos lehet a tanulás során, mivel serkenti az agyi aktivitást, különösen a prefrontális kéregben, amely az összetett gondolkodási feladatokért felelős. A koffein kognitív hatásai nemcsak a rövid távú memória javulásában nyilvánulnak meg, hanem a döntéshozatali folyamatokban is. A kutatások szerint a koffein segíthet abban, hogy gyorsabban és hatékonyabban hozzunk meg döntéseket (Rogers, 2010). Azonban nemcsak a mentális éberséget és kognitív képességeket javítja, hanem a fizikai teljesítményt is fokozhatja. A koffein növeli az adrenalin termelődését a szervezetben, amely serkenti a test "harcolj vagy menekülj" reakcióját. Ez fokozza az oxigénellátottságot és növeli az izmok munkavégző képességét, ami jobb teljesítményt eredményez fizikai aktivitás közben. Az edzések előtt történő koffeinbevitel tehát javíthatja a kitartást és gyorsíthatja a reakcióidőt (Spriet, 2014). Bár a koffein hatása leginkább fizikai szinten jelentkezik, fontos megemlíteni pszichológiai hatásait is. A koffein fogyasztása javíthatja a hangulatot és csökkentheti a depresszióval és szorongással kapcsolatos tüneteket. A koffein stimuláló hatása pozitívan befolyásolhatja a mentális állapotot, mivel növeli a szerotonin szintjét, mely a jó közérzetért és a motivációért felelős neurotranszmitter (Smit és Rogers, 2000). Ezen kívül a koffein enyhe euforikus érzést is okozhat, amely hozzájárulhat az emberek aktívabb, energikusabb állapotához. A koffein központi idegrendszeri stimulánsként számos pozitív hatással bír, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a túlzott koffeinfogyasztás negatív hatásokat is eredményezhet, például álmatlanságot, idegességet és szorongást, így mértékkel kell alkalmazni. A koffein hatása egyénenként eltérő lehet, és az optimális hatás eléréséhez figyelembe kell venni a személyes toleranciát. A koffein hatásai az adrenalin felszabadulásában több szinten is megnyilvánulnak, és az elsődleges mechanizmus a központi idegrendszerben található adenosin receptorok blokkolásán keresztül valósul meg. Az adenosin egy olyan neurotranszmitter, amely alapvető szerepet játszik az idegi gátlásban, és segít szabályozni a szívfrekvenciát, a vérnyomást és az alvást. Az adenosin receptorok aktiválódása csökkenti az agyi aktivitást és nyugtató hatást gyakorol, míg azok blokkolása, mint amit a koffein véghez visz, serkenti az idegi aktivitást, növeli a figyelmet és az energiaszintet. A koffein, miután felszívódik a gyomor-bélrendszerben, eljut a központi idegrendszerbe, ahol gátolja az A1 és A2A típusú adenosin receptorokat. Ennek eredményeként fokozódik a dopamin, a noradrenalin és az adrenalin szintje, mivel az adenosin gátló hatása csökken.

A koffein ezen mechanizmusa közvetve serkenti a szimpatikus idegrendszert, amely fokozza az adrenalin és noradrenalin felszabadulását a mellékvese adrenalin-szintézisének serkentésével (Nehlig, 2016). Ezen kívül az adrenalin segít a szervezetnek a stresszhelyzetek kezelésében, mivel gyorsan mozgósítja az energiaforrásokat. Bár a koffein növeli az adrenalin szintjét és serkenti a szív- és érrendszert, túlzott fogyasztása negatív hatásokkal is járhat. Az adrenalin szintjének tartós növekedése szorongást, ingerlékenységet és idegességet okozhat, különösen azoknál, akik nem tolerálják jól a koffeint. A magas adrenalin szint elősegítheti a stresszreakciók fokozódását, ami különösen fontos azok számára, akik szorongásos rendellenességekkel küzdenek. A koffein fokozott fogyasztása tehát negatívan befolyásolhatja a pszichés állapotot, és hosszú távon akár alvászavarokat is okozhat, mivel a koffein gátolja az adenosin nyugtató hatását, és így csökkenti a pihenésre való hajlamot (Juliano és Dewitt, 2008).

Az energiatartalékok az utóbbi évtizedekben világszerte rendkívüli népszerűsége tettek szert, különösen azok körében, akik gyors energialöketre vágnak, mint például a fiatalok, sportolók és a munkavállalók. A legfontosabb hatóanyagok, amelyek hozzájárulnak az energiatartalékok serkentő hatásához, közé tartozik a koffein, a cukor, valamint egyéb összetevők, mint a taurin, B-

vitaminok, L-karnitin és guarana. A koffein mennyisége az energiatalkban jellemzően magasabb, mint a hagyományos üdítőitalokban, mint például a kólákban. Egy átlagos 250 ml-es energiatalk 80-160 mg koffeint tartalmazhat, ami több mint kétszerese a Coca-Cola vagy Pepsi koffeintartalmának, amelyekben egy 330 ml-es dobozban 30-40 mg koffein található. Azonban a pontos koffein mennyiség az energiatalk típusától és márkájától függ. A legismertebb energiatalk, a Red Bull, egy 250 ml-es dobozban körülbelül 80 mg koffeint tartalmaz. A Red Bull különböző változatai is elérhetők, mint a cukormentes Red Bull Sugarfree, amely ugyanannyi koffeint tartalmaz, mint a klasszikus változat, azonban az édesítőszer és kalóriatartalom különbözik. A Red Bull tehát a standard energiatalkok közé tartozik, amely egy viszonylag alacsony koffeintartalmú italnak számít, és egyes országokban a napi maximális koffeinbevitelhez képest viszonylag alacsony koffein mennyiséggel rendelkezik. A Monster Energy, egy másik népszerű energiatalk, amely széles választékot kínál különböző ízekben és típusokban, koffeintartalma magasabb, mint a Red Bullé. A klasszikus Monster Energy egy 500 ml-es dobozban 160 mg koffeint tartalmaz, ami azt jelenti, hogy egy kiszolgálási egységben kétszer annyi koffein található, mint a Red Bullban. A Monster többféle változatot is kínál, mint például a Monster Zero Ultra (cukormentes), de ezek koffeintartalma nem változik jelentősen, és ugyanaz a 160 mg marad egy 500 ml-es doboz esetében. A Rockstar Energy hasonló koffeintartalommal rendelkezik, mint a Monster. Egy 500 ml-es doboz Rockstar Energy ital körülbelül 160 mg koffeint tartalmaz. A Rockstar egyedülálló ízeket és termékeket is kínál, mint például a Rockstar Pure Zero (cukormentes) vagy a Rockstar Recovery (elektrolitokkal dúsított), de koffeintartalma ezekben is azonos. A koffeintartalom egyes energiatalkok esetében még magasabb lehet, mint a fent említett márkákban. Néhány olyan energiatalk létezik, amely rendkívül magas koffeintartalommal bír, és amelyeket inkább a koffein iránti magas toleranciával rendelkező fogyasztók keresnek. Ilyenek például a következő típusok: A Monster különböző termékei között találhatók olyan típusok, mint a Monster Energy "Maxx" és "Caffeine", amelyek egy 355 ml-es dobozban 200 mg koffeint tartalmaznak. Ez a koffeintartalom egyes sportolók és edzéshez használt energiatalkok közé sorolható, mivel magas koffeinbevitel mellett gyorsan javítják az éberséget és a fizikai teljesítményt. A Bang Energy a legújabb trendek egyik legnépszerűbb energiatalka, amely egy 473 ml-es dobozban 300 mg koffeint tartalmaz, tehát ez egy extrém magas koffeintartalmú energiatalknak számít. A Bang Energy-t nemcsak magas koffeintartalma, hanem a hozzáadott BCAA (elágazó láncú aminosavak) és elektrolitok is jellemzik, amelyeket gyakran sportolók fogyasztanak. Bár az energiatalkok többsége magas koffeintartalommal rendelkezik, egyes márkák alacsonyabb koffeintartalmú változatokat is kínálnak a koffeintartalomra érzékenyebb fogyasztók számára. Ezek általában cukormentes és alacsony kalóriatartalmú verziók, amelyek koffeintartalmukban nem térnek el jelentősen a hagyományos kóláktól. A Red Bull cukormentes változata ugyanakkora koffeintartalommal rendelkezik, mint a hagyományos Red Bull, tehát egy 250 ml-es dobozban 80 mg koffeint tartalmaz, de kalóriatartalma alacsonyabb. A Monster Zero Ultra egy cukormentes energiatalk, amely szintén a 500 ml-es kiszerelésben 160 mg koffeint tartalmaz. Az ital nemcsak a koffeint, hanem egyéb összetevőket, például guaranát és B-vitaminokat is tartalmaz, amelyek segítik a gyors energiatartalék felhasználását. Bár a koffeinmentes energiatalkok nem olyan elterjedtek, mint azok, amelyek magas koffeintartalommal bírnak, léteznek olyan változatok is, amelyek nem tartalmaznak koffeint. Ilyen például a Red Bull Caffeine-Free, amely szinte az összes összetevőjében megegyezik a klasszikus Red Bull-lal, de nem tartalmaz koffeint (Babu K. M. - Lee M. H., 2008).

Anyag és módszer

Az analitikai mérésekhez 11 cukormentes energიაital került beszerzésre (1. táblázat).

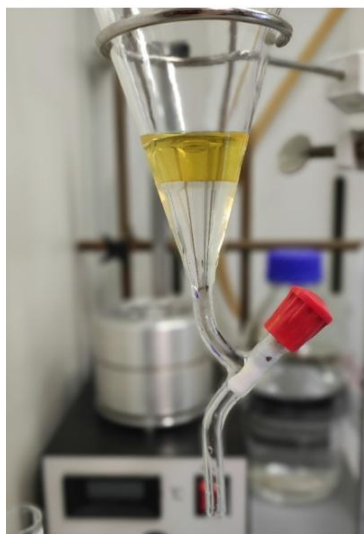
1. táblázat. A kísérletben vizsgált energიაital minták

Energიაital minta
1. Wild touch
2. S-Budget Zero cukor
3. Guarana classic zero cukor
4. Hell zero cukor
5. Monster zero cukor 1
6. Red bull zero cukor
7. Bomba
8. Hell strong
9. Monster zero cukor (barack)
10. Hell zero koffein
11. S-Budget strong

Az energიაital minták előkészítése során a szénsav eltávolítása kiemelt fontosságú lépés, mivel a szénsav jelenléte torzíthatja az analitikai eredményeket és nehezítheti a kémiai összetevők pontos meghatározását. Ennek érdekében a mintákat mágneses keverőn 30 percig kevertük. A mágneses keverés nemcsak a fizikai homogenitást javította, hanem elősegítette a buborékok eltávolítását is, így a minták későbbi analitikai vizsgálatai pontosabbak és megbízhatóbbak lettek.

Az előkészített minták koffeintartalmának pontos meghatározásához kloroformmal történő extrahálási módszert alkalmaztunk.

Az extrahálás során minden egyes italból két párhuzamos mintát („A” és „B”) készítettünk a megbízhatóbb és pontosabb eredmények reprodukálása érdekében. A szobahőmérsékletű italokból pontosan 10-10 ml-t rázóülsérbe mértünk, melyet 2 lépésben kloroformmal extraháltunk (1. ábra).

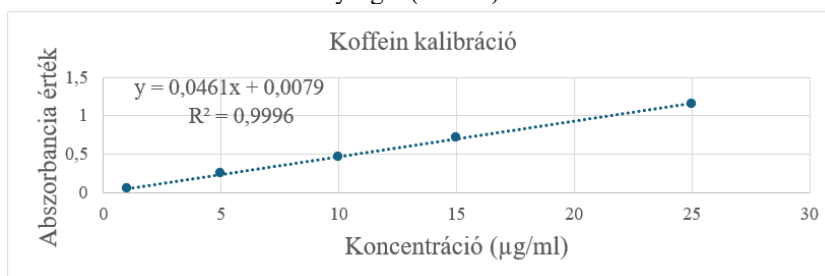


1. ábra. Energიაital minta és a kloroform fázis a rázóülsérben (Fotó: Márton Nóra, 2024)

Az első lépésben 10 ml kloroformot adagoltunk a mintákhoz, melyet intenzíven összeráztunk. A mintákat néhány percig állni hagytuk, annak érdekében, hogy a minta és a már koffeint tartalmazó kloroform fázis elváljon. Ezt követően a kloroform fázist mérőhengerbe gyűjtöttük, majd ezt a lépést újabb 5 ml kloroformmal megismételtük. Az egyesített kloroform fázis térfogatának meghatározása után centrifuga csőbe 100 μ l-t pipettáztunk, majd tiszta kloroformmal a végtérfogatot 5 ml-re állítottuk be és alaposan homogenizáltuk.

Az UV-VIS spektrofotometriás módszer általános előnye, hogy gyors és pontos eredményeket biztosít, amely lehetővé teszi a különböző italok koffeintartalmának összehasonlítását. Az analitikai mérés során tiszta koffeinből és desztillált vízből egy standard törzsoldatot készítettünk. A standard törzsoldat koncentrációja 1000 µg/ml volt, amelyből egy standard oldatsorozatot készítettünk (1-5-10-15-25 µg/ml). A standard oldatsorozat optikai sűrűségét (abszorbanciáját) UV-VIS spektrofotométer segítségével határoztuk meg 275 nm hullámhosszon. A kapott abszorbanciértékek alapján az alábbi kalibrációs egyenletet használtuk a koffein koncentrációjának meghatározásához: $[y = 0,0461x + 0,0079]$, ahol (y) az abszorbancia, (x) a koffein koncentráció (µg/ml).

A kalibrációs görbe korrelációs együtthatója (R^2) 0,9996 volt, amely kiváló korrelációt mutatott így biztosítva a mérési módszer hatékonyságát (2. ábra).



2. ábra. Koffein standard kalibráció

Az előkészített mintákat küvetába töltöttük, az ezekben található koffein koncentrációját UV-VIS spektrofotométer segítségével 275 nm-en leérték. Az „A” és „B” párhuzamos mintáknál kapott abszorbancia értékeket átlagoltuk és kiszámoltuk a minták koffeintartalmát (µg/ml).

Eredmények és értékelésük

Az eredmények alapján az energiaiitalok koffeintartalma 5,89 mg/100 ml és 111,14 mg/100 ml között mozgott (2. táblázat), ami rendkívül széles tartományt mutat. A legalacsonyabb a Hell Zero Koffein koffeintartalma (5,89 mg/100 ml) volt, amelyet a gyártó koffeinmentes terméknek jelölt meg. A Monster Zero Cukor (111,14 mg/100 ml) volt a legnagyobb koffeintartalmú minta, amely több mint 3,5-szerese a gyártó által megadott értéknek (30 mg/100 ml).

2. táblázat. Mért koffein koncentráció az energiaiital mintákban

Minta neve	Gyártó által megadott koffein koncentráció mg/100ml	Mért koffein koncentráció (mg/100ml)	Eltérés %
Energiaital			
1. Wild touch	32	28,87	-9,78
2. S-Budget Zero cukor	32	41,36	+29,25
3. Guarana classic zero cukor	32	38,67	+20,84
4. Hell zero cukor	32	42,53	+32,91
5. Monster zero cukor	30	111,14	+270,47
6. Red bull zero cukor	32	39,92	+24,75
7. Bomba	15	23,34	+55,60
8. Hell strong	38,4	51,49	+34,10
9. Monster zero cukor (barack)	30	105,78	+252,60
10. Hell zero koffein	0	5,89	
11. S-Budget strong	38	47,75	+25,66

A szélsőséges értékeket figyelmen kívül hagyva (Monster 5; Monster 9) az energiaiitalok koffeintartalma 23,34 mg/100 ml és 51,49 mg/100 ml között mozgott. Ez az eltérés azonban még így is jelentős. Az energiaiitalok esetében az eltérés a gyártók által megadott értékek és a mért eredmények között akár 270%-os is volt (2. táblázat). Ezzel szemben a „Wild Touch” esetében

volt megfigyelhető az egyetlen negatív irányú eltérés, amely -9,78%-os. A Monster energiai tal mintáknál kapott magas eltérések miatt az érintett két minta esetében folyadékromatográfiás technikával (HPLC-MS) ellenőrző méréseket végeztünk. Az így kapott koffein koncentrációk eredményei megegyeztek a gyártó által feltüntetett értékekkel. Az ezt követő újabb tudományos eredmények tükrében megállapítottuk, hogy azok az energiai talok, amelyek eltérő mennyiségben, de tartalmaznak B-vitaminokat, az UV-VIS spektrofotometriás méréseknél hasonló fényelnyelés értékkel rendelkeznek 275 nm-en, mint a koffein. Ebből kifolyólag a B-vitamin tartalmú energiai talok esetében a HPLC-MS mérési módszer alkalmazása eredményez pontos meghatározásokat a koffeintartalom tükrében.

Következtetések

A koffeintartalmú energiai talok fogyasztása során az eredmények és háttérinformációk alapján érdemes tudatos döntéseket hozni, annak érdekében, hogy az élénkítő hatás megőrzése mellett minimalizáljuk az egészségügyi kockázatokat. A kávé és a fekete tea ideális választás lehet azok számára, akik természetes forrásból szeretnék fedezni a napi koffeinbevitelüket.

Az energiai talok és kólák fogyasztása során érdemes a cukormentes változatokat előnyben részesíteni, például a „Hell Zero Cukor” vagy „Monster Zero Cukor” termékeket. Ezek a változatok nemcsak a kalóriabevitelt csökkentik, hanem kevésbé terhelik a vércukorszintet és a fogakat.

A koffeinbevitelt napi szinten az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság ajánlása szerint érdemes 400 mg alatt tartani, amely körülbelül 3-4 csésze kávénak, 2-3 adag energiai talnak vagy több adag teának felel meg. A vásárlóknak továbbá figyelniük kell a koffeintartalmú italok fogyasztásának időzítésére, mivel a koffein késő délutáni vagy esti bevétele megzavarhatja az éjszakai alvás minőségét.

Összefoglalás

Az élelmiszerekben előforduló koffein, mint világszerte széles körben fogyasztott pszichotróp anyag tulajdonságairól, hatásairól és szerepéről. A koffein kémiai összetétele és fizikai jellemzői adják alapját annak a komplex hatásmechanizmusnak, amely révén az anyag stimulálja a központi idegrendszert, fokozza az éberséget, csökkenti a fáradtságérzetet, és javítja a koncentrációt. Bár számos előnye ismert, mint például a kognitív hanyatlás elleni védelem, a fizikai teljesítmény fokozása és a hangulat javítása, ugyanakkor túlzott fogyasztása szorongáshoz, álmatlansághoz, valamint egyéb egészségügyi kockázatokhoz vezethet.

A mérsékelt koffeinfogyasztás kiemelt fontosságú, amely elősegítheti a pozitív hatások érvényesülését anélkül, hogy kockázatokat vállalnánk az egészségünk megőrzése szempontjából. A tudományos kutatások alapján elmondható, hogy lényeges a tudatos és mérsékletes koffeinfogyasztás, ugyanakkor a rendelkezésre álló analitikai módszerek hozzájárulhatnak olyan további vizsgálatokhoz, melynek célja a koffein élettani hatásainak még alaposabb megértése.

Kulcsszavak: koffein, energiai tal, UV-VIS spektrofotométer, folyadékromatográfia

Irodalom

- Babu K. M. – Lee M. H.: 2008. Effects of caffeine on physical performance. *Journal of Applied Physiology*
Juliano L. M. - Dewitt J.: 2008. Caffeine Use and Dependence: A Review of Research. *Addictive Behaviors*
Nehlig A.: 2016. Caffeine and Brain Function: Insights from Research. *Caffeine Journal of Neuroscience*
Rogers P.: 2010. The Impact of Caffeine on Sleep Patterns. *Sleep and Health Journal*
Smit H., & Rogers – P.: 2000. Caffeine and Cognitive Performance. *Human Psychopharmacology*
Spriet L.: 2014. Caffeine and Physical Performance: A Review of the Evidence. *Sports Medicine*
Vedantu: 2023. Caffeine: Structure, Uses, and Effects.

Internetes hivatkozások:

- Internet 1: byjus.com/caffeine-chemical-formula/
Internet 2: [Caffeine: What Is Caffeine? | Journal Of Nutrition](#)

QUALITATIVE ANALYSIS OF CAFFEINE CONTENT OF ENERGY DRINKS

Szabolcs Vigh, Nóra Márton
University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
vigh.szabolcs@nye.hu

Summary

Caffeine is a widely consumed psychoactive substance that plays a significant role in the daily lives of many people around the world. From the rich aroma of freshly brewed coffee to the fizz of carbonated drinks to the smoothness of tea, the presence of caffeine in our lives is undeniable. Its appeal lies in the multifaceted interplay of its health consequences and the fascinating science of its analytical measurement. To fully understand caffeine, it is essential to explore the historical context, which provides a foundation for understanding its significance in the present day. Numerous scientific studies have examined the effects of caffeine on the human body, its potential benefits and harms, arousing both curiosity and concern. The science of analytical chemistry includes advanced methods such as high-performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) or even spectrophotometric assays.

Keywords: caffeine, energy drink, UV-VIS spectrophotometer, liquid chromatography